Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. H. Franke

Experimentelle und klinische Untersuchungen bei Omentum-Transposition und -Transplantation unter besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsbehandlung

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Hans-Joachim Dittler aus Celle

und

Michael Karsch aus Wentorf

1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546521_0010

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. H. Franke

Experimentelle und klinische Untersuchungen bei Omentum-Transposition und -Transplantation unter besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsbehandlung

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Hans-Joachim Dittler aus Celle

und

Michael Karsch aus Wentorf

Referent: Prof. Dr. E. Vaubel

Korreferent: Prof. Dr. O.S. Bücherl

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 15. Dezember 1975

Unseren Eltern zugeeignet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	6
Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Physiologie des Omentum majus in neuerer Sicht	10
- Name	10
- Entwicklungsgeschichte	11
- Anatomie	14
- Histologie	17
- Physiologie	20
- Immunologie	24
- Hämatopoese	30
- Pathologie	31
Literaturverzeichnis	32
Weiterführende Literatur	42
Die Verwendung des Omentum majus in der Chirurgie	46
- Deckung von Weichteildefekten im Thoraxbereich	49
- Behandlung von Lymphödem	52
- Entlastung bei portaler Hypertension	54
- Verbesserung einer Minderdurchblutung der Niere	55
- Behandlung von Pankreaspseudozysten	55
- Behandlung von Rupturen und Zysten der Leber	56
- Nahtsicherung	58

Seite

- Versorgung von Fisteln und anderen Defekten im Urogenitalbereich 59
- Sakralhöhlentamponade 62
- Revaskularisation bei
  a) Angina pectoris und Herzinfarkt 65
  b) peripheren Durchblutungsstörungen 67
- Verlagerung auf Schädel- und Hirnoberfläche 68
- Schutz von Ösophagusanastomosen und -prothesen 71

Literaturverzeichnis 74

Weiterführende Literatur 86

Pathophysiologie und Lokaltherapie der Verbrennung 89

- Pathophysiologie der Verbrennungswunde 91
- Infektion bei der Verbrennung 93
- Toxin 95
- Behandlung der Verbrennungswunde 96
- Hauttransplantation 97
- Immunologie und Transplantation 98
- Künstliche Deckungsmaterialien 100
- Nekrosenentfernung 101
- Auto- und Homotransplantate 102
- Heterotransplantate 104
  a) Schweinehaut 105
  b) Hundehaut 106
  c) Fetale Kalbshaut 106
  d) Amnion 107

Literaturverzeichnis 108

Seite

Problemstellung zu den experimentellen Untersuchungen 121

Experimentelle und klinische Vaskularisationsbestimmungen: 123

- Arterielle Gefäßversorgung des Kaninchenomentum 123
- Gefäßarchitektur 123
- Blutversorgung nach maximaler Stielung 125
- Mobilisation nach KIRICUTA 126
- Vaskularisationsbestimmung zwischen transponiertem Omentum und Wundgrund 128
  a) operative Technik 128
  b) Vaskularisationsnachweis 130
- Histologie 136
- Klinische angiographische Untersuchungen 138

Experimentelle und klinische Lokalbehandlung von Verbrennungswunden mit Omentum: 143

- Konservierung von Schweineomenten 143
- Veränderungen des Omentum bei Auflage auf einen Hautdefekt 144
- Heilungsvorgänge drittgradiger Verbrennungen ohne Nekrosenabtragung 145
- Einfluß einer Omentumauflage auf die Heilung 148
- Klinische Anwendung 156

Immunologische Untersuchungen 159

Literaturverzeichnis 164

Diskussion 167

Zusammenfassung 175

Einleitung:

Bei der Durchsicht der Omentum-Literatur zeigt sich ein stark zunehmendes Interesse an diesem lange Zeit "vernachlässigten" Organ. Insbesondere die Untersuchungen der theoretischen Fächer Physiologie und Immunologie, sowie der Chirurgie haben zu einer Reihe neuer Vorstellungen und Erkenntnisse geführt. Diese in einer zusammenfassenden Übersicht darzustellen, ist ein Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Im experimentellen Teil soll die Vaskularisation zwischen einem Omentum-Transponat und einem Weichteildefekt untersucht werden und damit ein Beitrag sein zur Stieldurchtrennung nach klinischer Omentum-Transposition.

Nach einem Überblick über die pathophysiologischen Veränderungen bei drittgradigen Verbrennungen und ihre lokale Therapie haben wir darüberhinaus tierexperimentell geprüft, ob sich die Omentummembran als temporärer biologischer Verband für großflächige Verbrennungswunden nach Abtragen der Nekrosen eignet.
In immunologischen Untersuchungen wollten wir mit dem Nachweis von spezifischen Antikörpern, die nach intraperitonealer Immunisierung mit Bakterien der Verbrennungswunde vom Omentum gebildet worden waren, Anregung zu weiteren Experimenten geben. Ließe sich nämlich - wie bereits mit Omentalzellkulturen bewiesen - die Immunkompetenz des Omentum auch bei Verwendung als Transponat oder Transplantat erhalten, so wäre die Anwendung dieses Organs - vorimmunisiert oder nicht - neben der plastischen Chirurgie auch als temporärer Verband infizierter Verbrennungswunden oder in der Ulcus cruris - Therapie denkbar.

Bei der vorliegenden Gruppendissertation wurden das Kapitel über das Omentum majus und die experimentellen immunologischen Untersuchungen gemeinsam erstellt.
Ein Autor beschäftigte sich mit der Verwendung des Omentum in der Chirurgie und den experimentellen und klinischen Vaskularisationsbestimmungen, der andere mit der Pathophysiologie der Verbrennung und der Anwendung des Netzes als temporären biologischen Verband in Tierexperiment und Klinik.

Abb. 1 Darstellung des Omentum majus im geöffneten Abdomen. Julius CASSERIUS: Tabulae Anatomicae, Venedig 1627

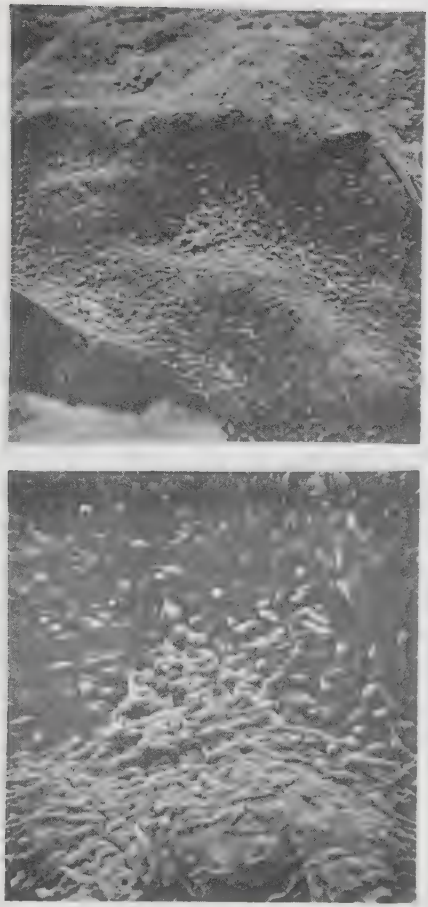

Abb. 2 a) u. b) Rasterelektronenoptische Darstellung der Omentumoberfläche.
Vergr. a) 230-fach, b) 580-fach.

Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Physiologie des Omentum majus in neuer Sicht

Nomenklatur und frühere Vorstellungen über das Omentum:

Mit "epiploon" bezeichnete GALEN "das Ding, das an der Oberfläche schwimmt oder treibt". CELSUS wendete für die Beschreibung des Netzbruches die Bezeichnung "Epiplocele" an, bezeichnete aber das Netz selbst als "Omentum".
Der wegen seiner anatomischen Struktur naheliegende Name "Netz" taucht in der medizinischen Literatur der Antike nicht auf, erst im Mittelalter wird es als solches bezeichnet (STEUDEL 1963).
HIPPOCRATES sprach dem Omentum Bedeutung bei der Produktion und Absorption von Aszites zu. ARISTOTELES zufolge schützt es als Fettschürze die Baucheingeweide vor Hitzeeinwirkung. FABRICIUS betrachtete es als einen Ersatzmagen, während MALPIGHI in ihm ein Fettreservoir sah (WALKER 1963).

Entwicklungsgeschichte:

Die noch heute gültige Lehrmeinung (HAFFERL 1953, WALDEYER 1969, LANGMAN 1970) über die Entstehung der Bursa omentalis und des Omentum majus beruht auf Arbeiten von Johannes MÜLLER (1830) über die Mesenterialentwicklung im menschlichen Oberbauch. Nach seiner Ansicht und den darauf beruhenden Untersuchungen anderer ist die endgültige Lage der Oberbauchorgane Folge einer Drehung des Magens. Insbesondere die Verlagerung der Milz mit ihren Mesenterien nach links oben unterstützte diese Vorstellung.
Die Anlage der Milz entsteht durch eine Proliferation des Mesenchym zwischen beiden Blättern des dorsalen Mesogastrium; so entstehen ein cranialer und ein caudaler Abschnitt. Der caudale Anteil stellt zunächst die Hinterwand und untere Begrenzung der Bursa omentalis dar (BROMAN 1938), wächst aber später zwischen der großen Kurvatur und Colon transversum sackartig nach distal vor. Die beiden Blätter dieses Rezessuscaudalis bursae omentalis verkleben danach untereinander und mit dem Colon und Mesocolon transversum zum Omentum majus.
Bei ihrer Verlagerung kann die Milz gelegentlich einen zipfelförmigen Streifen des Omentum majus mit sich nehmen, das sog. Omentum lienale oder Appendix lienalis omenti. Das Auftreten von Nebenmilzen im Netz könnte andererseits durch ungenügende Spaltbildung erklärt werden.
Nach neueren Untersuchungen kann diese Darstellung nicht in vollem Umfang aufrecht erhalten werden. LIEBERMANN - MEFFERT (1969, 1970) bewies in einer embryologischen Studie, daß die Lage der Oberbauchorgane durch Wachstumsprozesse der Magenwand und Spaltbildungen im zentralen

Mesenchym bestimmt wird. Eine Magenrotation ist wegen der besonderen Anordnung des ventralen und dorsalen Mesogastrium nicht möglich.

Zu einem frühen Zeitpunkt sind die Gewebe von Magen, Milz, Mesenterien und Omentum histologisch nicht voneinander zu unterscheiden. Wie später erkennbar, gehen Milz und Omentum aus einem gemeinsamen Zellareal hervor. Die Milzanlage ist Teil der hinteren Magenwand. Sie gelangt durch das unterschiedlich rasche Wachstum einzelner Wandabschnitte in den linken oberen Bauchraum. Die Bursa omentalis, die vom dorsalen Mesogastrium begrenzt wird, trennt die Milz vom Magen. Die verbliebene Omentumanlage gelangt wiederum durch exzessives Wachstum der Magenwand - eine Rotation vortäuschend - entlang der großen Kurvatur pyloruswärts. Der sich jetzt schlauchförmig an der gesamten Magenvorderwand erstreckende Gewebewulst wächst - anfangs links stärker als rechts - nach caudal zum Omentum majus aus. Seine distalen Blätter verkleben später.

LIEBERMANN - MEFFERT konnte nachweisen, daß im Gegensatz zur lange gültigen Lehrmeinung der histologische Aufbau des Omentum majus zu keinem Zeitpunkt im dorsalen Mesogastrium zu finden ist.

Darüber hinaus beschrieb BOUCHET (1962) ein weiteres Blatt, das von der Magenwand hinter den seitlichen Anteilen des Omentum zum Colon zieht. Auf diese Weise entsteht jeweils ein Rezessus gastro-colo-mesocolici. Während man also bei der medianen Durchtrennung des großen Netzes zwischen Colon und Magen direkt in die Bursa omentalis gelangt, erreicht man bei lateralem Eingehen zunächst den beschriebenen gastro-colo-mesocolischen Rezessus und danach erst die Bursa omentalis.

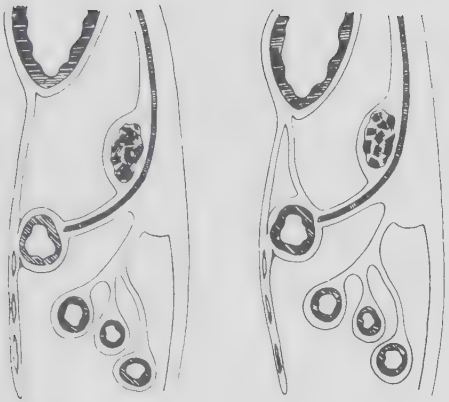

Abb. 3 Sagittalschnitt in der Medianlinie und im Bereich der Recessus gastro-colo-mesocolici. (Mod.n. BOUCHET 1962)

Anatomie:

In der Bauchhöhle liegt das Omentum majus ausgehend von der großen Kurvatur des Magens vor allen Baucheingeweiden. Seine schürzenartige Ausdehnung wechselt in Größe und Form außerordentlich stark (FRANSEN 1914, SAVINER 1933). Seine Hinterfläche setzt am Quercolon an.
Beim Neugeborenen bildet das große Netz eine elastische, relativ widerstandsfähige, schlecht zerreißbare, durchscheinende von Gefäßen durchzogene Membran. Der Fettgehalt nimmt nach der Geburt zu und ist dann vom Lebensalter und vom Ernährungszustand des Individuum abhängig (FASSKE 1963).
Die Gefäßanordnung des Omentum ist sehr gleichmäßig. Ausgehend von den Arteriae gastro-epiploicae dextra et sinistra bilden sich Rami epiploici anteriores im vorderen Blatt bzw. Rami epiploici posteriores aus Pankreasgefäßen im hinteren Blatt (DULGO-SABUROFF 1927). In ganz geringem Maße anastomosieren letztere mit feinen Aufzweigungen der Arteria colica media (DULGO-SABUROFF 1928). Die Rami epiploici bilden Arkaden untereinander. Die größte von ihnen geht aus der Arteria gastro-epiploica sinistra hervor, verläuft vom linken seitlichen Omentumrand im vorderen und rückwärtigen Blatt, anastomosiert mit der Arteria gastroepiploica dextra und bildet so den Arcus epiploicus magnus, der auch BARKOWscher Bogen genannt wird (DULGO-SABUROFF 1928, DEUTSCH et al. 1971). Er stellt einen wichtigen Kollateralweg bei der Blutversorgung der Milz, der Leber und des Magens dar.
Die Arterien zweigen sich auf zu Arteriolen, die charakteristische Kapillarknäuele bilden.
Die Netzvenen sind unpaar und begleiten die Arterien.

Abb. 4 Gefäßversorgung des Omentum majus

1 V. cava
2 Aorta
3 A., V. gastrica sin.
4 A., V. lienalis
5 Milz
6 A., V. gastro-ep. sin.
7 u. 15 Arcus epiploicus magnus
8 Seitenäste zur Colon-insertion
9 Ramus epiploicus
10 Kapillarsystem eines Milch-fleckens (n. BORISOV 1963)
11 JACKSONscher Schleier
12 A. gastroduodenalis
13 A., V. gastro-ep. dextra
14 A. hepatica propria mit A. gastrica dextra
16 Omentum lienale

Lymphgefäße wurden schon 1874 von RANVIER für das Omentum majus postuliert (Zit.n. SEIFERT 1923).
SEIFERT (1923) gelang es in einer großen Studie nicht, diese nachzuweisen. Erst ZSCHAU (1933), FISCHER (1934), DICK (1935) und CHUNG (1937) konnten Lymphgefäße darstellen. Ihre Befunde wurden von INTONTI et al. (1964) und NYLANDER et al. (1969) durch Mikroangiographie bestätigt.
Nach NORRIS (1908) und POLLART (1924) münden die Lymphgefäße mit intrazellulären Öffnungen, sog. Stomata aus.
Auch BORISOV stellte 1963 mittels Injektion von Kontrastmittel die Anordnung von Lymphgefäßen entlang der Netzgefäße dar. Ihre Unterscheidung von Blutkapillaren ist wegen der einschichtigen Epithelstruktur lichtmikroskopisch nur schwer möglich.
Im weiteren Verlauf treten die Lymphkapillaren zusammen mit den Blutkapillaren in engen Kontakt zu den Milchflecken (CHUNG 1937, BORISOV 1963), auf deren besondere Bedeutung an anderer Stelle eingegangen werden soll.
Die engkalibrigen Lymphgefäße vereinigen sich zu größeren, die Klappen besitzen (DICK 1935) und münden ohne Zwischenschaltung von Lymphknoten in die Lymphonoduli epigastrici et lienalis.
SIMER und WEBB (1937) wiesen selbst in Adhäsionen des Omentum majus Lymphzirkulationen nach.

Histologie:

NORRIS (1908) bezeichnet das Omentum majus als eine hochdifferenzierte seröse Membran. Nach SEIFERT (1923) stellt es eine ununterbrochene Platte aus zellulären Elementen und Bindegewebe dar, an der vorderen und rückwärtigen Oberfläche von "reißverschlußartig" (FASSKE 1963) ineinander verzahnten Mesothelzellen begrenzt. Diese sind einschichtig angeordnet.

Abb. 5 Gesamtquerschnitt durch ein Netz vom Affen. (HODEL 1970)

Beim Neugeborenen finden sich längs von Gefäßen Bindegewebsfibrillen, die wie "Haarlocken" (SEIFERT 1923) angeordnet scheinen. In gefäßlosen Abschnitten stehen sie senkrecht aufeinander und bilden so ein ebenmäßiges Gitter. Dieses Gerüst

aus kollagenen und elastischen Fasern verstärkt sich mit zunehmendem Alter. Die Regelmäßigkeit der Gitteranordnung nimmt ab, gleichzeitig wird das Omentum stärker vaskularisiert und starrer (SEIFERT 1923). Das Bindegewebsnetz weist Lücken von 20 bis 60 µ Größe auf (FELIX 1961), in denen lockere Zellansammlungen von Makrophagen und vereinzelt Plasmazellen und Mastzellen zu finden sind (FISCHER et al. 1969, HODEL 1970, FEDORKO et al. 1971).

Die Makrophagenansammlungen erschienen SEIFERT (1923) wie "Blattläuse an Blättern", und FELIX (1961) fand an keiner anderen Stelle des Peritoneum einen solchen Makrophagenreichtum.

Auf der Omentumoberfläche finden sich, makroskopisch sichtbar, trübe Stippchen bis zu 1 mm Durchmesser, die "Milchflecken" oder "taches laiteuses" RANVIERs (Zit.n. FASSKE 1963). Auch histologisch unterscheiden sie sich scharf vom übrigen Omentalgewebe (HAMAZAKI 1926). Ihre Zellen überragen die hier fehlende Mesotheloberfläche.

Die milky-spots stellen eine lockere Anhäufung polyblastischer Mesenchymzellen (FASSKE 1963), Makrophagen und Histiozyten dar (FELIX 1961, CARR 1967, HODEL 1970, FEDORKO 1971). Hier sind die Interzellularspalten sehr viel breiter als zwischen den Mesothelzellen.

In engen Kontakt mit den milky-spots treten die schon beschriebenen Blutkapillarknäuele.

Erst in letzter Zeit konnte elektronenoptisch nachgewiesen werden, daß die Omentumkapillaren im Bereich der milky-spots Fenestrierungen aufweisen, wie sie sonst lediglich in Organen mit starkem Stoffaustausch zu finden sind (HODEL 1970, FEDORKO 1971).

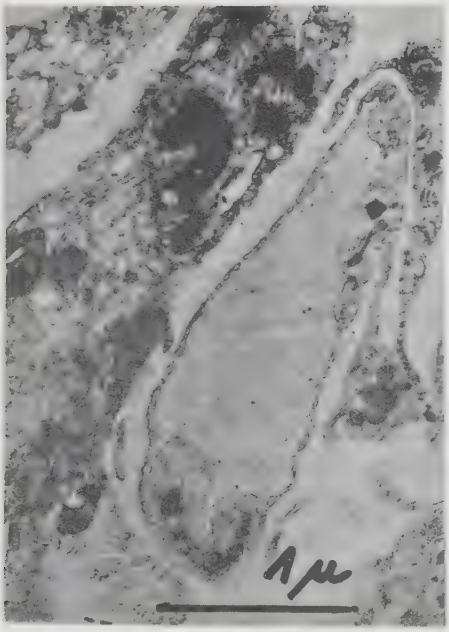

Abb. 6 Blutkapillare im Milchflecken mit charakteristischen Fenestrationen. Elektronenmikroskopische Aufnahme (Vergr. 1:8500) (HODEL 1970)

Physiologie:

Es ist altbekannte Erfahrung der Chirurgen, daß Patienten trotz wiederholter Laparotomien weniger abdominelle Infektionen aufweisen. Diese Tatsache hat bis heute zu zahlreichen experimentellen Untersuchungen angeregt, in denen einige frühere Hypothesen über das Omentum majus bestätigt werden konnten.

So starben netzlose Tiere nach Beobachtungen von WILKIE (1911), STUZER (1913), ABE (1927), UEDA und MABUCHI (1935) und MESTER et al. (1966) sehr viel häufiger und früher an Peritonitiden nach intraperitonealer Injektion von Bakteriensuspensionen als nicht omentektomierte Kontrolltiere.

Andere Untersuchungen (STUZER 1913, FELS 1924, POLLART 1924, FISCHELSOHN 1927, HIGGINS und BAIN 1930) ergaben eine hohe Resorptionskraft des Netzes, sowohl für Lösungen wie für korpuskuläre Bestandteile. Darüber hinaus fanden DUDGEON und ROSS 24 Stunden nach Injektion einer Kultur von Bacc. aerogenes capsulatus die Peritonealflüssigkeit von Meerschweinchen frei von Bakterien. Dagegen enthielten fast alle untersuchten Zellen des Omentum majus Bakterien (Zit. n. GOLDSCHMITT und SCHLOSS 1926).

Dem nach peritonealer Reizung auftretenden Exsudat maßen verschiedene Autoren entscheidende Bedeutung bei (HEUSNER 1905, SCHUTZ 1930, LEO 1931). So wiesen GOLDSCHMITT und SCHLOSS (1926, 1928, 1930) und ABE (1927) bakterizide Eigenschaften der Netzflüssigkeit nach.

Die Abgrenzungsfähigkeit durch Adhäsionen des Omentum majus dient einer Abkapselung peritonealer Reizherde gegen ihre Umgebung. Vom Netz abgesondertes Fibrin unterstützt diesen Vorgang (COLLIN 1930).

Die mit Recht gefürchteten Komplikationen einzelner Adhäsionen stellen somit eigentlich eine physiologische Reaktion des Omentum majus auf einen pathologischen Reiz dar.

Den beiden Erscheinungsformen der milky-spots kommt eine besondere physiologische Bedeutung zu. Die intrauterin entstandenen primären Milchflecken wandeln sich in den ersten Lebensjahren in Fettknötchen, eine Ruheform, um. Sie besitzen die Potenz zur zellulären Reaktivierung (FASSKE 1963). Auf spezifischen und unspezifischen Reiz nämlich können sie sich in sog. sekundäre Milchflecken zurückverwandeln. Darüber hinaus können, abhängig von Dauer und Intensität des Reizes, neue entstehen, sodaß sich die Gesamtzahl der milky-spots erhöht (SEIFERT 1921, 1923, FASSKE 1963, FISCHER et al.1966). Sie enthalten die bereits im Kapitel Histologie beschriebenen Zellformationen. Zu ihnen gehören amöboid bewegliche Wanderzellen, deren phagozytäre Eigenschaften bei bakterieller Invasion der Bauchhöhle SEIFERT (1921) beschrieb. Nach seiner Meinung treten sie auch nach intraperitonealen Blutungen auf und leiten bei der Peritonealtuberkulose die Tuberkelbildung ein.
FELIX kommt 1961 aufgrund histologischer Untersuchungen des Omentum majus zu dem Schluß, daß die Makrophagen der milky-spots befähigt sein müßten, "den Organismus zu schützen". Wenn wir nun den von MORRISON (1906) geprägten Begriff vom Omentum als "Polizei der Bauchhöhle" aufgreifen, könnten die Phagozyten SEIFERTs und FELIXs als "Polizisten auf Streifengang" gedeutet werden.

Ausgehend von dem Phänomen der Abgrenzungsfähigkeit des Omentum majus stellten viele Autoren Untersuchungen über eine etwaige Migration dieses Organs an. Das Bedürfnis,

hierauf eine befriedigende Antwort zu finden, hat innerhalb kurzer Zeitabstände zahlreiche, von unterschiedlichsten Hypothesen ausgehende Arbeiten hervorgebracht. So war das große Netz für ROSS (1893) und ADAMI (1898) amöboid beweglich (Zit.n. ALLEN 1954). Auch positiver und negativer Chemotaxis (MORRISON 1906) und elektrischen Potentialdifferenzen zwischen Omentum und Entzündungsherd (CANTACUZENE und SORU 1931) wurde eine entscheidende Rolle zugeschrieben. HERZLER (1935) machte eine Leukozyteninvasion (Zit.n. ALLEN 1954), SCHUTZ (1930) und SPANJE (1932) Pulsationen der Omentalarterien, hervorgerufen durch entzündungsbedingte Hyperämie, verantwortlich.
Mögen diese und gegensätzliche Meinungen anderer (NORRIS 1908, RUBIN 1911, WILKIE 1911) einleuchtend erscheinen, so konnten jedoch erst ROTHENBERG und ROSENBLATT (1942) und ALLEN (1954) röntgenologisch mittels am Omentum fixierter Markierungen eindeutig belegen, daß es zwar in seinem topographischen Bereich Verlagerungen erfahren kann, es zu einer Eigenbewegung jedoch nicht fähig ist.
Nach heutiger Meinung sind lediglich passive Lageveränderungen des Omentum majus innerhalb seines topographischen Bereiches möglich. Sie kommen durch folgende Ursachen zustande:

1) durch Lageveränderungen des Individuum,
2) durch atemabhängige Zwerchfelltätigkeit, wobei es bei Kontakt mit einem Reizort verkleben kann,
3) durch Hyperperistaltik bei gleichzeitiger Darmatonie im Entzündungsbereich.

Intraperitoneal verabreichte Substanzen werden bekanntlich außerordentlich schnell resorbiert. Der Mechanismus der Peritonealdialyse beruht auf diesem Stoffaustausch der Serosa.

RUBIN wies 1911 nach, daß Tiere nach Omentektomie intraperitoneal injiziertes Indigokarmin verzögert ausscheiden. Wie HIGGINS und BAIN (193o) beobachteten, nehmen mononukleäre Phagozyten des Omentum majus injizierte Grafitsuspension aus der Bauchhöhle auf.
HODEL (1970) hat den Mechanismus der Resorptionsfähigkeit des Omentum majus an der Ratte untersucht und elektronenoptisch belegt. Er injizierte Meerrettichperoxydase (MG 40 000) und Ferritin (MG 450 000) intraperitoneal und wies diese abhängig von der Zeit in verschiedenen Omentumstrukturen nach: Nach kurzer Zeit finden sich diese Marker an der Mesothelzelloberfläche verhaftet. Kurz darauf sind sie nach Pinozytose intrazellulär in Vesikeln bzw. in den engen Interzellularspalten dieser Oberflächenzellschicht nachweisbar und verlassen sie durch umgekehrte Pinozytose und Diffusion später wieder. Sie sammeln sich um die kollagenen Fasern und erreichen langsam naheliegende Kapillaren. Dieser Vorgang dauert in der Regel 15 bis 20 Minuten.
Einen viel schnelleren Weg nehmen die Marker im Bereich der milky-spots; denn hier sind die Interzellularspalten vergleichsweise weit, sodaß korpuskuläre Bestandteile und selbst zelluläre Elemente ohne große Behinderung die gefensterten Kapillaren erreichen können. Nach diesem Transfer sind die Marker bereits nach 6 Minuten in der Leber nachweisbar.
Unabhängig davon beschrieben FEDORKO et al.(1971) exakt denselben Mechanismus.
Klinisch wird dieser Tatsache Rechnung getragen, indem bei Patienten nach Magen- und Colonresektionen mit teilweiser oder vollständiger Entfernung des Omentum eine Peritonealdialyse als wenig wirksam angesehen wird.

Immunologie:

Im Jahre 1890 entdeckten von BEHRING und KITASATO, daß nach einer Infektion bestimmte Substanzen, sog. Antikörper, im Blutstrom auftreten und diese in Versuchstieren Gifte neutralisierten (Zit. n. NOSSAL 1972).
Milz, Lymphknoten und Knochenmark mit Ansammlungen immunkompetenter Zellen sind zu einer besonders ausgeprägten Antikörperproduktion befähigt. Aber auch fast alle anderen Gewebe können einen Antikörpergehalt aufweisen. Die Antikörper werden gebildet von Plasmazellen und Lymphozyten, die bei lokalem Antigenstimulus über den Blutweg zu den jeweiligen Reizorten gelangen können (HUMPHREY und WHITE 1972).
Die auffallend differenzierte histologische Struktur und die klinischen und experimentellen Beobachtungen mit diesem Organ ließen im Omentum majus eine Antikörperbildung vermuten. PORTIS stellte 1919 erstmals hierüber gezielte Untersuchungen an. Er immunisierte normale Kaninchen intravenös und intraperitoneal mit Schafblut und fand einen parallelen Anstieg der Serumantikörper. Eine omentektomierte Kontrollgruppe behandelte er in gleicher Weise und stellte nach intravenöser Injektion die gleiche Titerhöhe fest. Bei der intraperitonealen Injektion blieb dagegen ein Antikörperanstieg aus. Damit war ihm der Beweis gelungen, daß das Omentum majus an der Antikörperbildung des Organismus beteiligt ist.
Der Gewebsantikörpertiter übertrifft nach intraperitonealer Immunisierung sogar den der Milz (ROBERTS 1955, WALKER 1960, 1961, 1963).

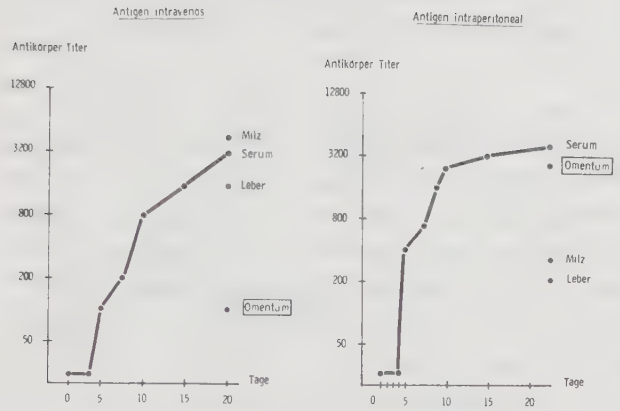

Abb. 7 Serum- und Gewebsantikörpertiter (Kaninchen) nach i.p. und i.v. Immunisierung mit Salmonella typhi. (WALKER 1963)

Dies wird bestätigt durch das Auftreten einer passiven kutanen Anaphylaxie (WALKER 1963):

1) I.p. Applikation von Salmonella typhi als Antigen,
2) Herstellung einer Zellsuspension von Milz, Leber, Knochenmark und Omentum desselben Tieres,
3) i.c. Injektion dieser Zellsuspensionen an verschiedenen Stellen eines normalen Empfängertieres und gleichzeitige i.v. Applikation des verwendeten Antigens (Salmonella typhi).

Zu verschiedenen Zeitpunkten fanden sich, durch einen Farbindikator nachgewiesen, an allen Injektionsorten Extravasate, am deutlichsten ausgeprägt im Bereich der Omentalzellsuspension.

Einen weiteren Beweis für die aktive und spezifische Antikörperbildung des Omentum majus lieferten die unterschiedlichen Serum- und Gewebstiter simultaner Injektion von Salmonella paratyphi B intraperitoneal und Salmonella typhi intravenös verabreicht (ROBERTS 1955, WALKER 1961): Der Gewebsantikörpertiter der Milz ist nach intravenöser Injektion am höchsten, wogegen nach intraperitonealer Injektion der des Omentum überwiegt.

Nach lokalem Antigenstimulus erfolgt eine massive Besiedelung des Omentum majus mit Plasmazellen. Wie fluoreszenzmikroskopisch bewiesen wurde,sind sie der Ort der Antikörperbildung (WALKER 1961). WALKER wies auch nach, daß spezifisch immunisierte Omentalzellen auch nach Transplantation ihre Antikörperproduktion nicht einstellen.

In Versuchen mit EHRLICH-Aszitestumor beobachtete DUX (1969) zunächst eine Zunahme der milky-spots. Am 8. Tag nach Injektion war das Fettgewebe völlig von lymphoiden Zellen infiltriert. Die Zahl der Plasmazellen und Lymphoblasten im Zentrum der milky-spots stieg mit dem Tumorwachstum. DUX sprach ihnen die Antikörperbildung zu und erkannte in der Agglutination der Tumorzellen rund um die Milchflecken den Beweis dafür.

HAJDU et al.(1972) untersuchten die zeitliche Folge des Auftretens von antikörperhaltigen Zellen. Am 3. Tage post injectionem überwogen unreife Plasmazellen und Übergangszellen; am 4. Tage gab es einen steilen Anstieg reifer Plasmazellen. Er ist verantwortlich für den Gipfel am 5. Tag, einem für immunologische Reaktionen charakteristischen Zeitpunkt.

Lymphozyten und Plasmazellen des Omentum majus überleben sogar supraletale Röntgenbestrahlung und stellen danach Zentren einer Lymphozytopoese dar (HOLUB 1971, Zit.n. HAJDU et al.1972).

Auf der Suche, die histologisch morphologischen Vorgänge von Immunreaktionen sichtbar und in vitro nachvollziehbar zu machen, bot sich Immunologen das Omentum an, weil es mit seiner anatomischen Struktur und seiner Immunkompetenz ein ideales Untersuchungsmodell darstellt.

Es gelang, Kaninchen- (HISAKA 1965) und Mäuseomenten (AX et al.1966) mittels einer Perfusionskammer über Wochen am Leben zu erhalten und ihre spezifische Antikörperproduktion auch in vitro nachzuweisen. Darüber hinaus konnte eine Makrophagen-Lymphozyten-Kooperation sichtbar gemacht werden (AX et al.1966, FISCHER et al.1969, KABOTH et al. 1966, MALCHOW et al.1969, LOHMANN-MATTHES et al.1972): Im unstimulierten Omentum werden langsame und schnelle Lymphozyten beobachtet. Appliziertes Antigen findet sich nach kurzer Zeit in Mesothelzellen und Makrophagen. Bei der darauf folgenden Proliferation können die Mesothelzellen makrophagenähnliche Gestalt annehmen.

Lymphozyten und später auch unreife Plasmazellen wandern zu den Makrophagen und haften sich an der Oberfläche ihrer dentritischen Leiber an.

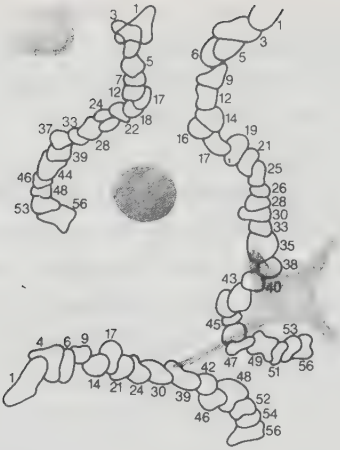

Abb.8 Teilbildanalysen von über das Omentum wandernden Lymphozyten. 2 langsam wandernde Lymphozyten und 1 schnell wandernder Lymphozyt. Auswertzeit: 6 min. (MATTHES et al.1971).

Die lympoiden Zellen beginnen, sich nach dem vermutlichen Abtasten der Antigen-Information in der Nähe der Makrophagen zu teilen. Zunehmende Boosterung bewirkt eine Zunahme der milky-spots und eine Erhöhung der Wanderungsgeschwindigkeit der Lympozyten. Eine weitere Mesothelzellproliferation ist, wahrscheinlich aufgrund der Kontaktinhibition, deutlich geringer. Über eine Thymektomie, eine Gabe von Anti-Thymozytenserum und der Drainage des Ductus thoracicus wurde eine direkte Abhängigkeit der Mesothelzellproliferation von thymusabhängigen Lymphozyten nachgewiesen (KRÜSMANN et al.1969, 1970).
Die allgemein an immunologischer Reaktion beteiligten Makrophagen, Lymphozyten, große pyroninophile Zellen, Plasmazellen, Mastzellen und eosinophile Granulozyten sind auch auf dem

Omentum majus nachweisbar.
Ohne genauere Kenntnis der immunologischen Vorgänge in der Bauchhöhle wurde bereits 1928 die intraperitoneale Immunisierung klinisch angewendet, um den vermuteten Schutz des Omentum majus bei großen operativen Eingriffen zu nutzen. So beobachteten RANKIN und BARGEN (1928) eine günstigere Heilung abdomineller Operationen nach präoperativer intraperitonealer "vaccination" mit Darmkeimen.
Diese klinischen Erkenntnisse verloren durch die folgende Antibiotika-Ära an Bedeutung, jedoch könnten die geschilderten immunologischen Vorgänge im Omentum majus heute bei zunehmenden Resistenzerscheinungen erneut und zu weiteren Überlegungen Anlaß geben.

Hämatopoese:

Das Omentum majus hat auch die Funktion eines "blutbildenden Organs" (FASSKE 1963). Bis zur Geburt ist eine omentale Zytopoese physiologisch; danach wird sie vom roten Knochenmark übernommen und bleibt nur bei der fetalen Erythroblastose länger bestehen. Die Potenz zur Blutzellbildung in den Milchflecken bleibt auch nach ihrer Umwandlung in Fettknötchen, analog dem Fettmark langer Röhrenknochen, erhalten. FASSKE (1963) beschreibt auch eine Aktivierung der milky-spots und eine Beteiligung der Blutzellbildung bei Pneumonie, Leptomeningitis, Endokarditis; sekundär infizierten, flächenhaften Hautverbrennungen, besonders aber bei der Sepsis. Bei Stammzelleukämie wies er in den ableitenden Venen der vergrößerten Milchflecken zahlreiche kernhaltige Zellen nach, die sich in den zuleitenden Arterien nicht fanden.

Hieraus wird erneut die enge embryologische Verwandtschaft des Omentum majus mit der Milz deutlich. Eine genetische Identität der immunkompetenten Zellarten beider Organe wird auch von KASAHARA et al. (1973) beschrieben.

Pathologie:

Ähnlich wie bei der Milz kommen primäre Erkrankungen des Omentum sehr selten vor. Über Mißbildungen wie Agenesien (COSTA 1932) und Omenta tertia (ERDELY 1932) wird gelegentlich berichtet. Sekundäre Veränderungen können auftreten bei Überleitung krankhafter Prozesse der Bauchorgane auf das Netz, oder sie können traumatischen Ursprungs sein. Klinische Symptomatik geht häufiger aus von Omentitiden (THOMSEN 1933, SCHRAGER und BERGEN 1933, KOWALCZYK 1933), Infarkten (PELLEGRINI 1939, PINES und RABINOVITCH 1940, WIJHOFF 1972), Zysten (KUSMENKO 1927, BARTOLI 1934, KAMENCIK 1937) und insbesondere von Torsionen (KNOFLACH 1930, ROSENAUER 1932, FILIPPINI 1934, JONSSON 1937, PORZELT 1939, WIJTHOFF 1972).
Als Ursache für Torsionen werden lokale entzündliche Infiltrationen wie auch nach der SELLHEIMschen Theorie, eine Übertragung der Drehbewegung des ganzen Körpers angesehen (SCHLEYER 1931). JONSSON (1937) stellte fest, daß vorwiegend die rechte Seite des Netzes von Entzündungen betroffen ist und sich auch die meisten Torsionen hier finden lassen. Es wäre vorstellbar, daß die nicht betroffene Seite um den Entzündungsherd torquiert. Allgemein wird auf die schwierige Diagnostik der Torsionen hingewiesen.
Zystische und solide Tumore des großen Netzes sind bekannt. Zu den zystischen Tumoren rechnen Chylus-, Blut- und Echinococcuszysten, zu den soliden zählen Fibrome, Lipome, Angiome und Mischtumore (SCHLEYER 1931). Primäre Sarkome und Karzinome des Netzes sind nicht bekannt; gelegentlich wird von Dermoidzysten und Pseudomyxoma peritonei berichtet.
Bisher wurden drei Extrauterin-Graviditäten nachgewiesen (FLEISCHER 1931, FRIEDRICH 1968).

LITERATURVERZEICHNIS:

ABE, S.: Über die Resistenz der Bauchhöhle, vor allem über die Bedeutung des Omentum majus gegen Bakterieninfektion.

Kyoto-Ikadaigaku-Zasshi 1 (1927) 639 (Jap.)

ALLEN, M.S.jr.: Mechanism of omental migration. A review of the literature and experimental study.

Surgery 35 (1954) 249

AX, W., U. KABOTH, H. FISCHER: Immunologische Studien am Omentum. I. Mitt.: Mikrokinematographische beobachtungen an kultivierten Mäuse-Omenten; Nachweis gebildeter Antikörper.

Z. Naturforschg. 21 b (1966) 782

BARTOLI, O.: Contributo allo studio delle cisti omentali congenite.

Clinica chir. 10 (1934) 945

BIER, A., H. BRAUN, H. KÜMMELL: Chirurgische Operationslehre, 8. Aufl., Band 4/1

J.A. Barth, Leipzig 1972

BORISOV, A.V.: Lymphatic capillaries and blood vessels of milky spots in the human greater omentum.

Arkh. Anat. Gistol. Embriol. 44 (1963) 115

BOUCHET, A.: Précisions anatomiques et techniques relatives à la chirurgie du grand épiploon.

J. Chir. (Paris) 83 (1962) 265

BOUCHET, A.: Aspects nouveaux sur la structure et la vascularisation du grand épiploon.

Arch. Anat. (Strasbourg) 45 (1962) 3

BROMAN, I.: Warum wird die Entwicklung der Bursa omentalis in Lehrbüchern fortwährend unrichtig beschrieben?

Anat. Anz. 86 (1938) 195

CANTACUZENE, J., E. SORU: Recherches sur le mécanisme de l´accolement de l´epiploon.

Arch. roum. Path. exp. 4 (1931) 173

CARR, I.: The fine structure of cells of the mouse peritoneum.

Z. Zellforsch. 80 (1967) 534

CHUNG, C.M.: Über die Lymphgefäße des Omentum majus und Omentum minus beim Menschen und bei einigen Säugetieren.

Arch. jap. Chir. 14 (1937) 1031 (Jap.)

COLLIN, I., J. SEEDORF: Funktion und Bedeutung des großen Netzes bei Diagnose und Behandlung akuter Unterleibserkrankungen.
Bibl. Laeger 122 (1930) 471

COSTA, A.: Agenesia del grande omento e anomalia complessa del peritoneo concomitante a malformazioni multiple e cuore.

Pathologica (Genova) 24 (1932) 273

DEUTSCH, V., R. ADAR, M. MOZES: Angiography of the greater omentum.

Am. J. Roentgenol. 113 (1971) 174

DICK, W.: Über die Lymphgefäße des großen Netzes, zugleich ein Beitrag zur Behandlung der Elephanthiasis.

Bruns`Beitr. klin. Chir. 162 (1935) 296

DOLGO-SABUROFF, B.: Die Gefäßversorgung des großen Netzes.

Zschr. ges. Anat. 82 (1927) 570

DOLGO-SABUROFF, B.: Über die Beziehung des großen Netzes zum Mesocolon transversum beim Menschen.

Zschr. ges. Anat. 85 (1928) 688

DUX, K.: Role of the greater omentum in the immunological response of mice and rats to the intraperitoneal inoculation of Ehrlich ascites tumor.

Arch. Immunol. Ther. exp. (Warsz.) 17 (1969) 425

ERDELY, J.: Beiträge zur pathogenetischen Kenntnis des sogenannten dritten Netzes.

Zbl. Chir. (1932) 2923

FASSKE, E.: Das Omentum majus. Orthologie und Pathologie eines blutbildenden Organs.

Dtsch. med. Wschr. 88 (1963) 273

FEDORKO, M.E., J.G. HIRSCH: Studies on transport of macromolecules and small particles across mesothelial cells of the mouse omentum.

Exptl. Cell Res. 69 (1971) 113

FELIX, M.D.: Observations on the surface cells of the mouse omentum as studied with the phase-contrast and electron microscopes.

J. nat. Cancer Inst. 27 (1961) 713

FELS, E.: Das Verhalten des großen Netzes nach intraperitonealer Injektion von Traubenzuckerlösung.

Zbl. allg. Path. path. Anat. 35 (1924) 177

FILIPPINI, G.: Contributo allo studio delle torsioni omentali.

Arch. Soc. ital. Chir. (1934) 447

FISCHELSOHN, I.: Die Rolle des Netzes bei Blutungen in der Bauchhöhle.

Vracebnoe delo 10 (1927) 1242

FISCHER, E.: Das Lymphgefäßsystem des großen Netzes.

58. Tag. Dtsch.Ges.Chir. 1934

FISCHER, H., W. AX, H. MALCHOW: Die Immunfabrik.

Klin.Wschr. 19 (1969) 1019

FISCHER, E.: Fall von Omentum-Gravidität.

Gyógyászat 1931 I, 227 (Ungarisch)

FRANSEN, J.W.P.: Über Form und funktionelle Bedeutung des großen Netzes.

Zschr.f.angew.Anat. u. Konstitutionsl. 1 (1914) 258

FRIEDERICH, M.A.: Primary omental pregnancy.

Obstet. and Gynec. 31 (1968) 104

GOLDSCHMIDT, W., W. SCHLOSS: Studien über die Funktion des großen Netzes.

I. Experimenteller Beitrag.
Arch.f.klin.Chir. 140 (1926) 542

II. Experimenteller Beitrag.
Arch.f.klin.Chir. 150 (1928) 383

III. Experimenteller Beitrag.
Arch.f.klin.Chir. 160 (1930) 348

HAFFERL, A.: Lehrbuch der topographischen Anatomie.

Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1953

HAJDU, I., M. HOLUB, I. TREBICHAVSKY: The sequence of appearance of antibodies in mouse omentum plasma cells.

Exp. Cell Res. 75 (1972) 219

HAMAZAKI, Y.: On the milky-spots of omentum. I.Histol.study.

Japan med. world 6 (1926) 236

HEUSNER: Über die physiologische Bedeutung des großen Netzes.

Zbl. Chir. (1905) 69

HIGGINS, G.M., C.G. BAIN: The absorption and transference of particulate material by the great omentum.

Surgery 50 (1930) 851

HISAKA, M.: Immuno-histochemical study of antibodies in the omentum and omental cells in culture.

Kumamoto med. J. 19 (1966) 160

HODEL, C.: Ultrastructural studies on the absorption of protein markers by greater omentum.

Europ. surg. Res. 2 (1970) 235

HUMPHREY, J.H., R.G. WHITE: Kurzes Lehrbuch der Immunologie.

Thieme Verlag, Stuttgart 1972

KUSMENKO, L.: Zur Frage des primären Echinococcus des großen Netzes.

Chirurgija 7 (1937) 112

LANGMAN, J.: Medizinische Embryologie.

Thieme Verlag, Stuttgart 1970

LEO, C.: L'omentoprotezione negli interventi settici dell'addome e della pelvi.

Ann. ital. Chir. 10 (1931) 602

LIEBERMANN-MEFFERT, D.: Form und Entwicklung des menschlichen Magens und seiner Mesenterien.

Acta anat. (Basel) 72 (1969) 376

LIEBERMANN-MEFFERT, D.: Die Entwicklung der Mesenterien des menschlichen Oberbauches unter neuen Gesichtspunkten.

Acta anat. (Basel) 75 (1970) 373

LOHMANN-MATTHES, M., H. SCHIPPER, H. FISCHER: Macrophage-mediated cytotoxicity against allogenic target cells in vitro.

Eur. J. Immunol. 2 (1972) 45

MALCHOW, H., W. AX, H. FISCHER: Immunologische Studien am Omentum. III. Mitt.: Autoradiographie nach Stimulierung in vivo und in vitro.

Z. Naturforschg. 24 b (1969) 61

MATTHES, M., W. AX, H. FISCHER: Mikrokinematographische Studien über die Zellkooperation von Lymphozyten und Makrophagen nach primärem und sekundärem Stimulus mit löslichem Antigen.

Z. ges. exp. Med. 154 (1971) 253

MESTER, E., G. LUDANY, J. VAIDA: Experimentelle Untersuchung über die Omentektomie.

Med. Klin. 61 (1966) 895

INTONTI, F., G. NYLANDER, B. TJERNBERG: Lymphvessels of the greater omentum.
Vasc. Dis. 1 (1964) 203

JONSSON, S.O.: Über Omentumtorsionen.
Acta chir. scand. 80 (1937) 251

KABOTH, U., W. AX, H. FISCHER: Immunologische Studien am Omentum. II. Mitt.: Zur Immunmorphologie der "Plaque-bildenden" Milchflecken im Mäuseomentum.
Z. Naturforschg. 21 b (1966) 789

KAMENCIK, M.: Zur Pathologie der nichtparasitären Netzzysten.
Chirurgija 8 (1937) 107

KASAHARA, M., H. YAMAGUCHI, K. KAGEYAMA: Studies on the antibody formation of the cultured omentum cells using hemolytic plaque method.
Acta path. jap. 23 (1973) 43

KNOFLACH, J.G.: Über die intraabdominelle Torsion des Netzes und der Appendices epiploicae.
Dtsch. Z. Chir. 225 (1930) 436

KOWALCZYK, J.: Ein Teratom des kleinen Netzes.
Pol. Przegl. chir. 13 (1934) 424 (Polnisch)

KRÜSMANN, W.F., H. KASEMIR, W. AX, H. FISCHER: Immunologische Studien am Omentum.
IV. Mitt.: Autoradiographische Untersuchungen der Mesothelproliferation an thymektomierten, scheinoperierten und normalen Mäusen nach intraperitonealer Immunisierung mit Schaferythrozyten.
Z. Naturforschg. 24 b (1969) 1419

KRÜSMANN, W.F., H. KASEMIR, W. AX, H. FISCHER: Immunologische Studien am Omentum.
V. Mitt.: Autoradiographische Untersuchungen der Mesothelproliferation an Ductus thoracicus drainierten oder mit Antithymozytenserum behandelten NMRI-Mäusen.
Z. Naturforschg. 25 b (1970) 1160

MORISON, R.: Remarks on some functions of the omentum.

Brit. med. J. 1 (1906) 76

MÜLLER, J.: Über den Ursprung der Netze und ihr Verhältnis zu den Peritonealsäcken beim Menschen.

Meckel´s Arch. Anat. Physiol. 1830, 395

NORRIS: The omentum: its anatomy, histology, and physiology, in health and disease.

Univ. Penns. med. Bull. June 1908

NOSSAL, G.J.V.: Antikörper und Immunität.

Suhrkamp Verlag , Frankfurt a.M. 1972

NYLANDER, G., B. TJERNBERG: The lympatics of the greater omentum.

Lymphology 2 (1969) 3

PELLEGRINI, A.: Apoplessia dell´omento.

Arch. Soc. ital. Chir. 1939, 855

PINES, W., J. RABINOVITCH: Idiopathic segmental infarction of the greater omentum.

Surgery 71 (1940) 80

POLLART, R.: Etude expérimentale sur le grand épiploon.

Arch. franco-belges de chirurg. 27 (1924) 632

PORTIS, B.: Antibody formation by the greater omentum.

Trans. Chic. path. Soc. 1 (1919) 399

PORZELT, W.K.: Netztorsion am peripheren Schenkel einer randständigen primordialen Netzlücke.

Zbl. Chir. 1939, 2202

RANKIN, F.W., J.A. BARGEN: Intraperitoneal vaccination in cases of carcinoma of the colon by mixed vaccine of colon bacilli and streptococci.

Coll. Pap. Mayo Clin. 20 (1928) 257

REEB: A propos de l'épiploite subaiguë.
Gynécologie 33 (1934) 69

ROBERTS, K.B.: Antibody formation in the omentum.
J. exp. Path. 36 (1955) 357

ROSENAUER, F.: Zur Frage der intraabdominellen Netztorsion.
Livre d'Or à l'Occasion du Jubilé de Theodore L. Papayoannou (1932) 229

ROTHENBERG, R.E., P. ROSENBLATT: Motility and response of the great omentum.
Arch. Surg. 44 (1942) 764

RUBIN, E.C.: The functions of the great omentum.
Surg. Gynec. Obstet. 12 (1911) 117

SAVINER, N.: Zur Charakteristik des großen Netzes.
Vrac. Delo 16 (1933) 782 (Russisch)

SCHLEYER, E.: Ein Beitrag zu den Tumoren des großen Netzes.
Wien. med. Wschr. 1931 I, 463

SCHRAGER, V.L., S. BERGEN: Primary acute epiploitis.
Amer. J. Surg. 20 (1933) 45

SCHUTZ, C.B.: The mechanism controlling migration of the omentum.
Surgery 50 (1930) 541

SEIFERT, E.: Zur Biologie des menschlichen großen Netzes.
Arch. klin. Chir. 116 (1921) 510

SEIFERT, E.: Studien am Omentum majus des Menschen.
Arch. klin. Chir. 123 (1923) 608

SIMER, P.H., R.L. WEBB: Lympatics in omental adhesions.
Surgery 64 (1937) 872

SOKOLOV, O.: Entzündliche Geschwülste des Netzes.

Kazan. med. Zh. 7 (1933) 543 (Russisch)

SPANJE, N.P. van: Magengeschwür und Omentum und der Einfluß der Arterien auf die sogenannte Eigenbewegung des Omentum majus.

Ned. T. Geneesk. 1932, 4117 (Holländisch)

STREUDEL, J.: Der anatomische Terminus "Netz".

Sudhoff Arch. Gesch. Med. 47 (1963) 383

STUZER, M.: Zur Frage der Funktion des großen Netzes.

Med. Rdsch. (Mainz) 79 (1913) 70

THOMSEN, H.: Kleiner Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der entzündlichen Netzerkrankungen.

Ugeskr. Laeg. 1933, 291 (Dänisch)

UEDA, H., W. MABUCHI: Experimenteller Beitrag zur Kenntnis der Funktion des großen Netzes.

Zbl. Chir. 245 (1935) 390

WALDEYER, A.: Anatomie des Menschen. Erster Teil.

Verlag de Gruyter & Co, Berlin 1969

WALKER, F.C., J.D. THOMSON, J.G. GRAY: Antibody formation by the greater omentum.

Brit. J. Surg. 48 (1960/61) 89

WALKER, F.C., A.W. ROGERS: The greater omentum as a site of antibody synthesis.

Brit. J. exp. Path. 42 (1961) 222

WALKER, F.C.: The protective function of the greater omentum.

Ann. roy. Coll. Surg. Engl. 33 (1963) 282

WHITE, C.S.: HemangioEndothelioma of omentum.

Amer. J. Surg. 22 (1933) 295

WIJTHOFF, S.J.M.: Primäre Torsion und primäre Infarkte im großen Netz.

Arch. chir. neerl. 24 (1972) 297

WILKIE, D.P.D.: Some functions and surgical uses of the omentum.

Brit. med. J. 2 (1911) 1103

ZSCHAU, H.: Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem des großen Netzes.

Dtsch. Z. Chir. 240 (1933) 396

WEITERFÜHRENDE LITERATUR:

ALLEN, L.: The peritoneal stomata.
Anat. Rec. 67 (1936) 89

ASHWORTH, G.: The syndrome of the fixed omentum.
Amer. J. Surg. 59 (1943) 513

BARGMANN, W.: Peritoneum und Mesenterien.
In: Histologie und makroskopische Anatomie des Menschen, S. 485
Thieme Verlag, Stuttgart 1967

BAUMANN, J., P. PADOVANI: Péritonite biliaire sans perforation avec cytostéatonécrose épiploique et nécrose histologique de la paroi vésiculaire.
Bull. Soc. Chirurgie Paris 59 (1933) 1412

BECART, A., H. GAEHLINGER: Les cultures d'épiploon. Leur portée pratique.
Presse méd. 1929 I, 517

BENKÖ, G.: Das angiographische Bild des entzündlichen Netztumors und anderer Prozesse des Netzes.
Röntgen-Bl. 24 (1971) 289

BLAZEK, L.: Ein Fall von Volvolus des großen Netzes.
Pol. Przegl. chir. 6 (1927) 237 (Polnisch)

BLOOMHARDT, S.L., C.F. ANDREWS, R.R. HETHERINGTON: Surgical research of the great omentum.
Surg. Gynec. Obstet. 24 (1917) 474

CHUNG, C.M.: Über die Resorption korpuskulärer Stoffe der Lymphgefäße des Omentum majus und Omentum minus.
Arch. jap. Chir. 15 (1938) 15 (Japanisch)

DAIG, E.: Erkrankungen des Netzes in Abhängigkeit von der Mechanik des Bauchraumes.

Langenbecks Arch.klin.Chir. 302 (1963) 403

D'ERRICO, E.: Primary torsion of the great omentum.

New. Engl. J. Med. 203 (1930) 1181

DRAPER, J.W., R.K. JOHNSON: The pathogenic omentum.

J. Amer. med. Ass. 88 (1927) 376

ESAU, P.: Spontanabtrennung des ganzen Netzes mit sekundärer teilweiser Drehung ohne wesentliche klinischen Erscheinungen.

Zbl. Chir. 1932, 863

GALLOWAY, W.D.,: Primary abdominal torsion of the omentum with an attempt at spontaneous cure.

Brit. med. J. 3905 (1935) 899

GIARDINA, G.: Importanza del grande omento e del vago nell'assorbimento peritoneale. (Ricerche sperimentale).

Sperimentale 94 (1940) 288

GOLDSCHMIDT, W., W. SCHLOSS: Bemerkungen über die Funktion des großen Netzes und des Bauchfells.

Wien. Klin. Wschr. 38 (1925) 1006

GROSS, J.F., M. INTAGLIETTA, B.W. ZWEIFACH: Network model of pulsatile hemodynamics in the microcirculation of the rabbit omentum.

Amer. J. Physiol. 226 (1974) 1117

GUCCI, G.: L'assorbimento del bacterium coli da parte del peritoneo in diversi gradi di inflammazione ed in presenza di transudato.

Policlinico, Sez. chir. 39 (1932) 51

HARTMANN, M., H. FISCHER: Participation of mesothelial cells in the graft-versus-host reaction.

Transplantation 15 (1973) 187

INTAGLIETTA, M., W.R. TOMPKINS, D.R. RICHARDSON: Velocity measurements in the microvasculature of the cat omentum by on-line-method.

Microvasc. Res. 2 (1970) 462

INTAGLIETTA, M., D.R. RICHARDSON, W.R. TOMPKINS: Blood pressure, flow, and elastic properties in microvessels at cat omentum.

Amer. J. Physiol. 221 (1971) 922

ITO, H.: Experimentelle Studien über die Blutzirkulation des großen Netzes.

Mitt. med. Akad. Kioto 28 (1940) 103 (Japanisch)

ITO, H.: Über die Resorption des großen Netzes.

Mitt. med. Akad. Kioto 28 (1940) 199 (Japanisch)

KASAHARA, M.: Studies on antibody production in cultured omentum cells of guinea pigs.

Acta path. jap. 21 (1971) 515

KITAURA, Y., S. NAKAI: Über die Bedeutung des großen Netzes in Bezug auf Immunkörperbildung.
J. orient. Med. 15 (1931) 94 (Japanisch)

MESTER, E., J. VAIDA, G. LUDANY, E. KISIDA, A. KRASZNAI: Einfluß der Omentektomie auf die Erythrophagozytose.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 311 (1965) 125

MUNDER, P.G., M. MODOLELL, D.F.H. WALLACH: Cell propagation on films of polymeric fluorocarbon as a means to regulate pericellular pH and pO_2 in cultured monolayers.

FEBBS letters 15 (1971) 191

NARIO, C.V.: Die Gefäßverhältnisse als Grundlage einer Pathologie des großen Netzes.

Sem. méd.(B.Aires) 1934 II, 1234 (Spanisch)

NYLANDER, P.E.A.: Über entzündliche Zellreaktion im Netz.

Arb. path. Inst.Helsingfors 7 (1933) 453

ÖSTMAN, J., S. EFENDIC: Alpha-adrenergic receptors in human omentum?

Lancet 25 (1969) 202

PARISET, P.: "Omentum maius" e peritonite sperimentale. (Nota prelim.).
Ateneo parmense 10 (1938) 94

PELLICAO, S.: Sulla biologia del grande epiploon nella splenectomia ed iniezioni intramuscolari di linfoganglina. Ricerche sul comportamento del reticolo istiocitario con colorazione intravitale.

Rass. Ter. Pat. clin. 4 (1932) 351

PORTIS, B.: Role of omentum of rabbits, dogs, and guinea-pigs in antibody production.

J. infect. Dis. 34 (1924) 159

REDI, R.: Il comportamento del quadro ematologico in animali (cavie) sottoposti ad iniezioni di estratto epiploico. Ricerche sperim.

Prat. chir. 3 (1930) 1

SANTANELLI, L.: Löcher im großen Netz.

Bol. Soc. Cirug. Rosario 1 (1934) 432 (Spanisch)

SCHEUER, P.: Ausgedehnte Varicenbildung im großen Netz bei Uterusmyom.

Dtsch. Z. Chir. 231 (1931) 267

UEBEL, P.: Zur Patho-Histologie des menschlichen Netzes.

Beitr. path. Anat. 91 (1933) 441

WEBER, H.: Bakteriologische Untersuchungen des großen und des kleinen Netzes beim Geschwür und Krebs des Magens.

Dtsch. Z. Chir. 232 (1931) 747

ZSCHAU, H.: Die Bedeutung des großen Netzes.

Dtsch. med. Wschr. I (1935) 669

Die Verwendung des Omentum majus in der Chirurgie:

Aus deskriptiven Schilderungen war den Chirurgen das Omentum majus in seiner Anatomie und bei pathologischen Vorgängen in der Bauchhöhle genauestens bekannt. Aber erst mit den Möglichkeiten von Asepsis und Narkose in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts entwickelte sich die Abdominalchirurgie im heutigen Sinne. Seitdem wird in der Literatur zunehmend über die Verwendung des Omentum majus berichtet.
Zwar verschloß JOBERT schon 1826 künstlich gesetzte Magenwanddefekte an Hunden durch Einlage eines gestielten Omentumstreifens (Zit. n. ISLAMI 1959). Jedoch erst die tierexperimentellen Untersuchungen und die klinische Anwendung von gestieltem und frei transplantierten Netz durch SENN leiteten 1888 eine 30 - 40 Jahre dauernde Welle von Veröffentlichungen ein (u.a. THOMPSON 1891, LANZ 1892, CORNIL und CORNET 1898, TIETZE 1899, LOEWY 1903, SPRINGER 1906, WILKIE 1911; Zit. n. ISLAMI 1959).
In dieser Zeit wurde das Omentum in der Abdominalchirurgie zu intestinaler Revaskularisation, dem Verschluß von Magen- und Darmulcera, der Deckung von Peritonealdefekten, zu Nahtsicherung und hämostatischen Tamponaden herangezogen (WILKIE 1911, SASAKI 1913, HESSE 1913, BLOOMHARDT et al. 1917, SEISS 1921, TORRACA 1921, BROCQ et al. 1922, BERESNEGOWSKY 1927, SSOKOLOW 1927, SCHULZ 1927, ROSENSTEIN 1932, GRAHAM 1934, ASOH 1934, SEKIGUCHI 1934, STROPENI 1935, CACHINE 1938, ZOLOTEREVA 1941, KOIKKALAINEN et al. 1967, LEITES und ZOBNEV 1970).

Die von NEUMANN (1913) angegebene Netzmanschette von ableitenden Drains hat sich jahrzehntelang bewährt.

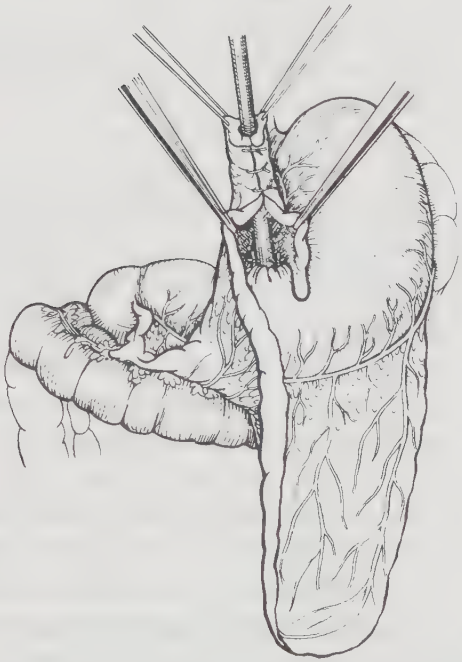

Abb. 9 Netzmanschette nach NEUMANN
(aus der Operationslehre von BIER,
BRAUN und KÜMMELL 1972)

ARAKI gibt 1930 als Operationsmethode die Netzbarrikade des Operationsfeldes in der Chirurgie der Gallenwege an und beobachtet eine Senkung der Mortalität an Peritonitis acuta(desgl. LEO 1931).
Darüber hinaus wird über die Anwendung zur Ellenbogenarthroplastik (KNAZOZOVIKY 1925), Nervenumhüllung (LINBERG 1924) und Meningealplastik, Hirndefektfüllung und Ventrikeldrainage (SSOKOLOWSKY 1924, KOYREW 1926, MIROTVORZEV und SAMSONOV 1927) berichtet.

Seit Ende des 2.Weltkrieges zeichnet sich in der Literatur ein starkes Interesse theoretischer Fächer, wie Physiologie und Immunologie, am Omentum majus ab. Die erneute Zunahme und das erweiterte Indikationsgebiet in der Chirurgie des großen Netzes in den letzten Jahren beruht zunächst noch auf der verfeinerten operativen Technik. Die Ergebnisse der theoretischen Omentumforschung haben in der klinischen Anwendung bisher noch keinen erkennbaren Niederschlag gefunden.
Die Eigenschaften des Omentum majus seien hier noch einmal genannt:
Das breitflächige Organ ist überdurchschnittlich vaskularisiert und nach Lösung der Coloninsertion auch gestielt wegen seiner arkadenförmigen Gefäßanordnung ausreichend durchblutet.
Es hat eine hohe Vaskularisationsbereitschaft und ist plastisch gut formbar. Seine Resorptionseigenschaften und die immunologische Abwehrkraft prädisponieren es zu Operationen mit besonderer Indikation. Auch frei transplantiert wird diese Membran über längere Zeit über Diffusion ernährt.

Im Folgenden sollen einige Anwendungsbereiche des Omentum majus in der Chirurgie der letzten 30 Jahre dargestellt werden:

Deckung von Weichteildefekten im Thoraxbereich:

Die operative Behandlung eines fortgeschrittenen Mamma-Karzinoms bzw. eines Lokalrezidivs erfordert ein großzügiges Vorgehen, ggf. mit Periostentfernung oder Rippenteilresektion. Die früher häufiger nach postoperativer Bestrahlung auftretenden Radionekrosen machen eine vollständige Exzision der radiodystrophen Gewebsanteile erforderlich. Die plastische Deckung solcher Thoraxwanddefekte stellt ein großes chirurgisches Problem dar. Mit herkömmlichen Verfahren lassen sich so ausgedehnte Defekte nicht verschliessen, zumal dieses Wundgebiet keine ausreichende Matrix für Schwenkhaut- und Rundstiellappen darstellt.

KIRICUTA transponierte 1963 erstmals das gestielte Omentum durch einen subkutanen Tunnel in den Defektbereich und schuf so einen gut durchbluteten Gewebsgrund, den er komplikationslos mit Spalthaut decken konnte. Aufgrund der spezifischen Infektabwehr kann auf eine Antibiotikagabe verzichtet werden. Bis zur Deckung mit Spalthaut braucht das transponierte Omentum lediglich mit einem Verband bedeckt zu werden (VAUBEL 1972). Dieses Verfahren hat inzwischen größere Verbreitung gefunden.
Eine Knickung des Magens durch Zug des gestielten Omentum kann hin und wieder zu Magenbeschwerden führen. Da das Netz frühzeitig im Wundgebiet einen Gefäßanschluß findet, kann sein zuführender Stiel nach 6 bis 8 Wochen in einer zweiten Laparotomie durchtrennt und der magennahe Omentumanteil rückverlagert werden (VAUBEL et al. 1972).

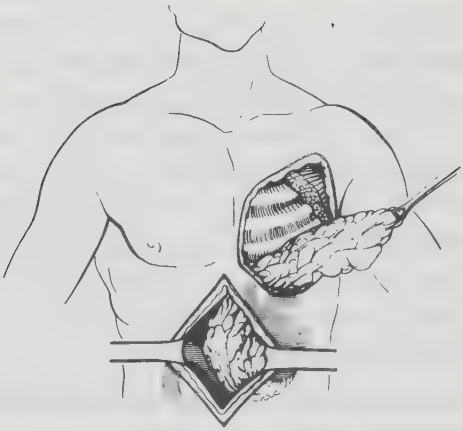

Abb. 10 Omentum-Transposition zur Deckung von Thoraxweichteildefekten (VAUBEL 1972)

Auch Radionekrosen in Hüft-, Axilla- und Halsbereich konnten auf diese Weise verschlossen werden (KIRICUTA und GALATAR 1970, 1973, VAUBEL 1972, 1974, CORT und COLLINS 1973, TEXIER et al. 1973, ABBES et al. 1974).

Nach Neck dissection bedarf die freigelegte Arteria carotis oft eines besonderen Schutzes. GOLDSMITH und BEATTIE (1970) verwendeten hierfür gestieltes Omentum.

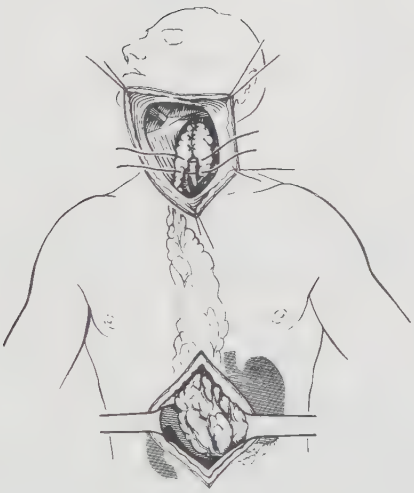

Abb. 11 Omentum-Transposition zum Schutz freiliegender Gefäße bei Neck dissection (Mod.n. GOLDSMITH und BEATTIE 1970).

Auch die Verlagerung des gestielten Omentum aus der Bauchhöhle auf einen Knochen- und Weichteildefekt ist möglich. So nutzte es CANNADAY (1948) zur Versorgung und plastischen Rekonstruktion einer Weichteil-und Knochenzertrümmerung des Unterarmes mit späterer Durchtrennung des Omentumstiels. Funktionseinbußen konnten auf diese Weise gemindert werden.

Behandlung von Lymphödem der Extremitäten:

Die zahlreichen Maßnahmen zur Lymphödemtherapie an Extremitäten, z.B. nach Tumorinfiltration oder Lymphangitiden ergaben meist unbefriedigende Ergebnisse. Nach erfolgreichen tierexperimentellen Voruntersuchungen wendeten GOLDSMITH et al.(1967) an Patienten die gestielte Omentum-Transposition in die Axilla und den Bereich des Oberarmes zur Lymphdrainage an. Nach ihren Angaben gewinnen die Lymphbahnen des Armes und Beines Anschluß an die zahlreichen Lymphgefäße des Netzes.
Nach einiger Zeit ist aufgrund der dochtartigen Wirkung eine deutliche Umfangsminderung der Extremität zu beobachten (GOLDSMITH et al.1967, KIRICUTA und GALATAR 1970, HUGO 1971, INNOZENZI et al.1971, BURI 1972, VAUBEL 1972, WILLIAMSON 1972).

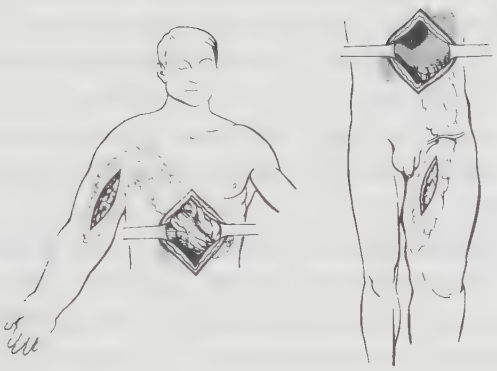

Abb. 12 Omentum-Transposition zur Behandlung des Lymphödems (VAUBEL 1972)

Der eindeutige Nachweis der Lymphgefäßanastomosen ist jedoch bis heute nicht erbracht worden. Vielmehr scheint bei der positiven Wirkung die Resorptionsfähigkeit des Omentum eine Rolle zu spielen, zumal sich die zu Beginn auffallend gute Lymphdrainage mit zunehmender Fibrosierung des transponierten Gewebes nach einigen Wochen wieder verschlechtert. Dieser Eingriff ist außerdem wegen der Gefahr einer Hernienbildung problematisch.

Bildung von Kollateralen bei portaler Hypertension:

Eines der ersten Verfahren zur Entlastung bei portaler Hypertension war die Omentopexie an die vordere Bauchwand nach TALMA (1898). Sie ist heute durch wirkungsvollere operative Methoden ersetzt worden. Da sie aber einen vergleichsweise leichten Eingriff darstellt, wird sie bei besonders gefährdeten Patienten von SCHREIBER (1969) noch empfohlen. Hierbei ist in etwa 30% eine Besserung zu erwarten (GRINELL 1935, KOPF 1951).

In einer Modifikation der Omentopexie nach TALMA hat KIRCHMAYR (1927) ähnlich wie zuvor YOKOTA (1925) das große Netz in Kontakt mit Venenstümpfen der vorderen Bauchwand gebracht, um so effektiver das Einflußgebiet der Vena cava superior zu erreichen. Unter Verwendung dieser Technik konnte auch eine deutliche Verminderung der Aszitesproduktion bei portaler Hypertension infolge Bilharziose herbeigeführt werden (EL ZAWAHRY et al.1971).

Einen Kollateralweg zur Vena cava inferior stellt die Verlagerung genügend großer, nicht gestielter Omenten in den prävesikalen Raum dar, von wo ein Abfluß über den Plexus Santorini erfolgen kann (KOPF 1951).

BERMAN et al.(1963) hofften, über eine "Omento-cavopexie"- - der Anheftung des Netzes an Mediastinum, Perikard und Pleura - eine Entlastung zu erreichen. Auch einen Anschluß an Diaphragmagefäße zu finden, wurde versucht (COUINAUD 1973).

Eine weitere Möglichkeit stellt die Omento-Nephropexie dar. TORIKATA (1911) erzielte hiermit eine Erhöhung der Diurese und die Verminderung des Aszites. Bei Nephritis-Patienten bildeten sich Anasarka zurück (Zit.n. AIMES 1920). An gesunden Kaninchen dagegen konnte keine nennenswerte Kollateralbildung zwischen Omentum und Niere nachgewiesen werden (HATAKOSHI 1927).

Verbesserung einer Minderdurchblutung der Niere:

BRUGER und CARTER (1941) behandelten Patienten mit renalem Hochdruck erfolgreich, indem sie nach Dekapsulierung und Anheftung des Omentum an die Niere eine deutliche Blutdrucksenkung für einige Monate feststellen konnten (desgl. PAUNZ 1930 im Tierversuch).
Eine Ischämie der Niere durch Drosselung der Arteria renalis im Tierexperiment hat sich nach Omentopexie gebessert. Das Ausbleiben hoher Blutdruckwerte (HARTWICH-GOLDBLATT-Mechanismus) stellte eine Kontrolle der Wirksamkeit der eingesproßten Gefäße dar (SUSSET und McKINNON 1962). Offensichtlich kommt eine Kollateralbildung bei einem ischämischen Reiz vermehrt zustande. Messungen ergaben einen Durchblutungsanteil der Niere über das angeheftete Omentum von 20 % (ELISKA 1968).
Eine Funktionseinbuße durch Ligatur der Vena renalis kann nach Einbetten des großen Netzes in einen Einschnitt im Nierenparenchym über diesen neuen venösen Abfluß bei Hunden über lange Zeit gebessert werden (PAUNZ 1928).

Behandlung von Pankreaspseudozysten:

Solitäre Pankreaspseudozysten werden üblicherweise über eine isolierte Jejunumschlinge nach ROUX abgeleitet. Für multiple Zysten geben TOOLE et al. (1965) die Drainage über einen Netzzipfel an (desgl. KIRICUTA und GALATAR 1970). Bedenken

wegen der Wirkung der fettspaltenden Lipase haben sich als unbegründet erwiesen, wahrscheinlich weil sie in den Zysten in ihrer inaktiven Form vorliegt.

An Ratten bewiesen WENNERSTRAND und LEVANDER (1974) die Möglichkeit der lumbo-omentalen Drainage von Cerebrospinalflüssigkeit.

Behandlung von Rupturen und Zysten der Leber:

Zur Versorgung ausgedehnter und schwer zugänglicher Leberrupturen, die mit Primärnaht nicht verschlossen werden können, kann das Omentum majus herangezogen werden. So wird bei Einrissen, z.B. im Bereich der Pars affixa, ein Netzstreifen in die Rupturstelle versenkt und mit einem zweiten durch Fixierung an Zwerchfell und Leber ein Netzwall gebildet. Auf diese Weise ist eine Abgrenzung gegen die übrige Bauchhöhle und eine Selbsttamponade im Falle einer Nachblutung möglich. Resorptive Eigenschaften, hämostyptische Wirkung und Infektabwehr des Omentum werden dabei genutzt. Fremdkörperreaktionen, wie sie bei Verwendung von Gaze oder ähnlichem auftreten können, werden vermieden (PRINZ 1968). Die nach einiger Zeit einsetzende Fibrosierung des Netzes verkleinert die Narbe (LEVIN 1930). Im Tierversuch trat keine Leberfunktionsstörung durch das interponierte Netz auf (MALLET-GUY 1966, Zit.n. PRINZ 1968).

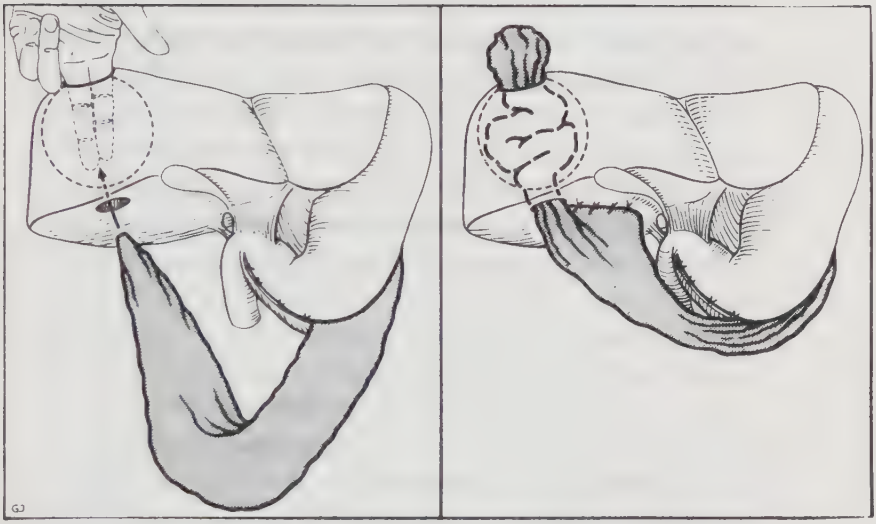

Abb. 13 Tamponade einer Leberzyste mit gestieltem Omentum (VAUBEL 1972)

Ausgeräumte Echinococcuszysten werden unter Erhalt der Kapsel mit gestieltem Omentum ausgefüllt. Im Gegensatz zu PAPADIMITRIOU und MANDREKAS (1970), die bei infizierten Zysten eine Drainage nach außen vorziehen, führen KOTTAKIS und JOANNIDES (1955) auch hier eine Omentumplastik durch.

Nahtsicherung:

Die Umhüllung gefährdeter Anastomosen mit Netz im Bereich des Verdauungstraktes wird nach erfolgreichen Experimenten an Hunden auch klinisch empfohlen (PEROTTI 1927, ARAKI 1932, MOORE und GOLDSTEIN 1959). Die Entwicklung der sero-serösen Naht macht die Verwendung des Omentum majus zur Nahtsicherung nur noch selten erforderlich. Bis zur endgültigen Vaskularisation der Anastomose kann es jedoch mechanischen Schutz bieten (McLACHLIN und DENTON 1973).
Auch ohne Naht konnten im Experiment künstlich gesetzte Magen- und Darmverletzungen mit gestieltem Netz verschlossen werden (FAMILLIARI 1931, TORO 1932).
Die häufig angegebene Methode der Anheftung von Netzteilen bei der Versorgung von Perforationen im Bereich des Magen-Darmkanals resultiert aus der Beobachtung, daß ein Netzzipfel in situ häufig im Perforationsgebiet adhärent vorgefunden wird.

Versorgung von Fisteln und anderen Defekten im Urogenitalbereich:

Fisteln des Urogenitaltraktes werden üblicherweise mit Primärnaht verschlossen. Dieses Vorgehen ist häufig infolge Fibrose, Infektion und der Auswirkung medikamentöser Immunsuppression nicht möglich.
Vesico-vaginale und recto-vaginale Fisteln nach Tumorexstirpation und postoperativer Bestrahlung stellen - ähnlich wie die Rekonstruktion der Harnblase nach Fundektomie infolge Blasenkarzinom - häufig ein nur schwer beherrschbares therapeutisches Problem dar. Denn gerade nach Exstirpation von Tumoren findet sich im kleinen Becken kein geeignetes Material zum Verschluß dieser Defekte. Ureterostomie bzw. Anus praeter müssen daher häufig in Kauf genommen werden.
Bereits in den zwanziger Jahren wurde eine Blasenplastik und ein Fistelverschluß mittels gestieltem Omentum angewendet. HILDEBRANDT (1929) und WALTERS (1934) erschien die hierzu erforderliche Laparotomie wegen der guten Erfolge gerechtfertigt.
Erst 30 Jahre später wurde dieses Verfahren aufgegriffen (KIRICUTA und GOLDSTEIN 1961) und fand inzwischen als Methode Anerkennung (TURNER-WARWICK, KYDRYAVTSEV, MIYAUCHI alle 1972).
15 Tage post operationem ist die Harnblase überall mit Übergangsepithel ausgekleidet. Es ist hervorgegangen aus multipotenten Mesenchymzellen der Blase und des Omentum. Auch ein nahtloser Übergang dünner Muskelfasern von der ursprünglichen Restblasenwand in den Netzanteil ist nachweisbar (GOLDSTEIN und DEARDEN 1966).

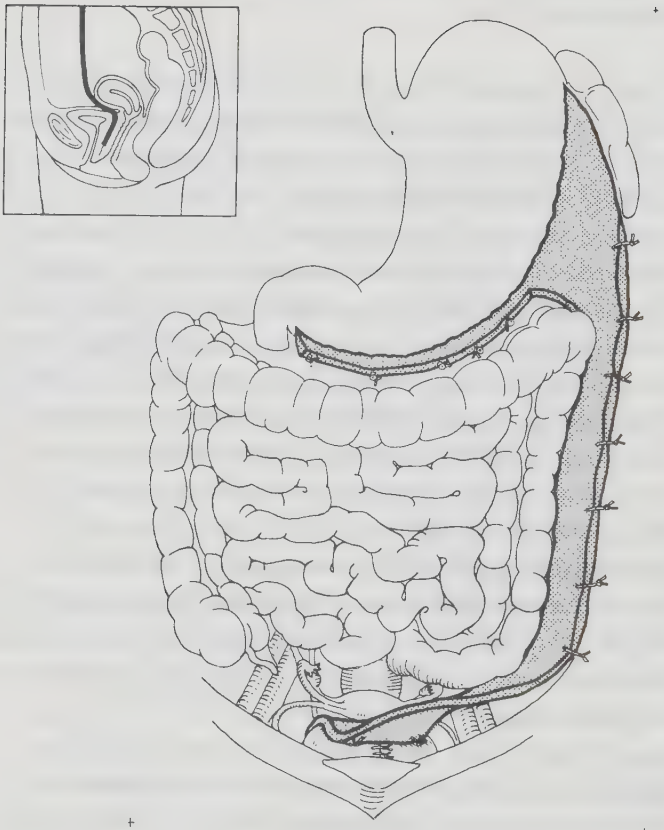

Abb.14 Omentum-Interposition zum Verschluß von Blasenfisteln (Mod.n. KIRICUTA und GOLDSTEIN 1961)

Um bei der Ureterostomie eine direkte Ureter-Hautnaht und damit das frühzeitige Zugehen der Öffnung zu vermeiden, hat ROTH (1967, Zit.n. WINTER 1972) die kutane Omento-Ureterostomie durchgeführt. Er bettete den Ureterstumpf in eine Omentummanschette ein und verband sie mit Faszie und Haut der Bauchwand. Bei einer Gruppe von 10 Patienten wurde in allen Fällen ein unauffälliges i.v.-Pyelogramm gefunden, allerdings trat bei einem Patienten eine Pyelonephritis und in einigen Fällen eine Hydronephrose auf.
Diese Methode wurde von AUGUST (1967) und WINTER (1972) verfeinert.
Gestieltes Netz wird auch bei der Versorgung traumatischer Urethrafisteln, Verletzungen mit Kloakenbildung, Nephrolithotomien und Heminephrektomien verwendet.

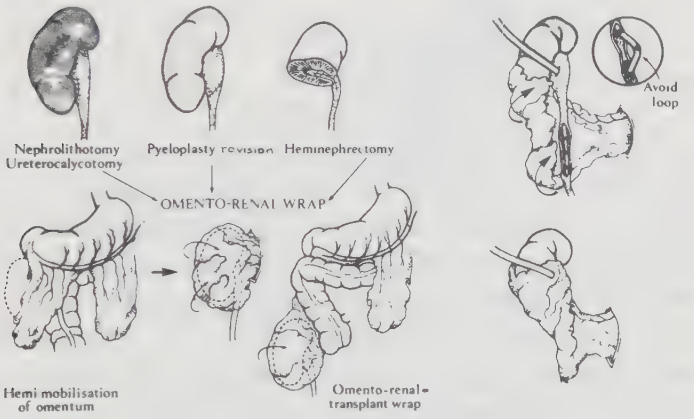

Abb. 15 Abdeckung von Defekten an Niere und Ureter nach operativen Eingriffen (TURNER-WARWICK 1972)

In Ureterstenosen wird nach Längsinzision wie auch bei Ureterdefekten ein Katheter eingelegt und mit gestieltem Omentum umwickelt. Die Heilung konnte damit eindeutig gebessert werden, Komplikationen traten nicht auf (TURNER-WARWICK 1972).
Nach Verwendung von freien Netztransplantaten zur perireteralen Umwicklung traten allerdings sowohl klinisch nach WERTHEIM-Operation, als auch im Tierexperiment Hydronephrosen auf (MEY und STEGMANN 1957).
Die Schrumpfungsneigung des frei transplantierten Omentum ist offensichtlich größer als die von gestieltem.

Sakralhöhlentamponade:

Nach Proktokolektomie und abdomino-perinealer Rektumamputation bleibt wegen der starren Beckenwandung über längere Zeit eine Höhle erhalten, die, mit Blut und Exsudat gefüllt, ein ideales Kulturmedium für Mikroorganismen darstellt. Auftretende Infektionen und mangelnde Drainage verzögern den Verschluß meist erheblich.
Auch die Einführung der Saug- und Spüldrainage führte zu keinen wesentlich besseren Ergebnissen.
Nach Beckenexenteration folgen häufig Infektionen und Adhäsionen, die dann eine Fistelbildung und Obstruktionen nach sich ziehen.

RUCKLEY et al.(1970) zogen gestieltes Omentum zur Tamponade der Sakralhöhle heran und erreichten mit seiner Anheftung an subkutanes Gewebe einen frühzeitigen Verschluß der Perinealwunde.

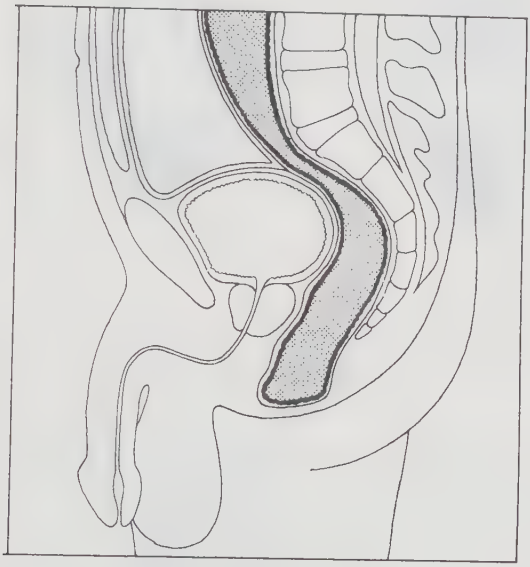

Abb. 16 Tamponade der Sakralhöhle mit gestieltem Omentum (Mod.n. RUCKLEY et al.1970).

Zur Aufnahme des Restintestinum nach Exenteration bildeten BUCHSBAUM und WHITE (1973) nach der Methode von FERRARIS (1968) und VALLE (1969) eine Tasche aus gestieltem Omentum.

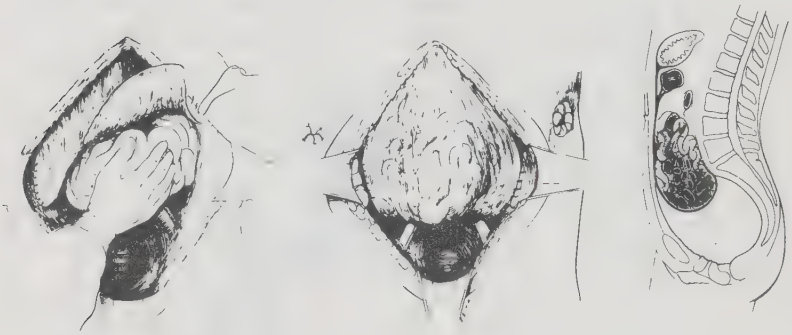

Abb. 17 Omentaltasche zur Aufnahme des Restintestinum nach Exenteration (BUCHSBAUM und WHITE 1973).

Allseitige Anheftung an die Abdominalwand verhinderte die oben beschriebenen Komplikationen. Darüber hinaus wurde bei keinem der 12 mit dieser Technik operierten Patienten ein allzu schnelles Absinken des verbliebenen Intestinaltraktes beobachtet. Alle Patienten standen nach kurzer Zeit auf. Der hierbei entstehende Zug nach caudal führte zu einer hyalinen Umwandlung des Omentalbeutels. Nach 4 Wochen ist der Netzbeutel mit seinem Inhalt röntgenologisch im Bereich des ursprünglichen Beckenbodens nachweisbar. Über vermutlich aufgetretene Magensymptomatik infolge des starken Zuges am Omentumstiel werden von den Verfassern keine Angaben gemacht.

Verwendung des Omentum zur Revaskularisation bei

a) Angina pectoris und Herzinfarkt:

An Windhunden, die infolge Perikarditis leistungsgemindert waren, führte O'SHAUGNESSY 1936 erstmals eine Omentocardiopexie durch und konnte sie danach wieder erfolgreich in Hunderennen einsetzen. Bereits ein Jahr später berichtet er über 20 Patienten mit Angina pectoris, von denen 15 nach Omentocardiopexie eine subjektive Besserung ihrer stenokardischen Beschwerden angaben. Diese cardiale Leistungssteigerung, hervorgerufen durch eine Revaskularisation über das gestielte Omentum, belegte HUNTER (1939) mit EKG-Befunden.

Abb. 18 Omentocardiopexie.

Während O'SHAUGNESSY vorwiegend oberflächliche Schichten versorgte, entfernte KNOCK (1958) das Epikard, um ausgeprägtere Adhäsionen zwischen Omentum majus und Herzoberfläche zu erreichen. Außerdem implantierte er einzelne Omentalstreifen in die Wand des linken Ventrikel und schuf so die Möglichkeit zur Bildung von Anastomosen in tieferen Schichten.
In tierexperimentellen Untersuchungen über das Revaskularisationsausmaß bei Myokardinfarkt stellten GOLDSMITH (1968) und PIFARRE und HUFNAGEL (1968) eine deutlichere Neigung zur Gefäßeinsprossung bei Verwendung des freien Omentum fest, erreichten aber bei der Omentum-Transposition wegen sofort vorhandener Blutversorgung eine nahezu doppelt so hohe Überlebensrate.
Bereits 1964 nutzten VINEBERG et al. tierexperimentell die ausgeprägte Vaskularisationsneigung freier Omentum-Transplantate am Herzen, indem er sie mit seiner Methode der Implantation der Arteria mammaria interna kombinierte.
Von 17 auf diese Weise behandelten Patienten waren 12 nach kurzer Zeit schmerzfrei und konnten wieder arbeiten. Die wiedergewonnene Blutversorgung war dabei vergleichbar mit der über normale Coronararterien.
Darüber hinaus hat er 1968 in Tierexperimenten nach Ligatur der Arteriae coronaria anterior descendens und coronaria circumflexa einen blutleeren Omentalstreifen in die Muskulatur beider Ventrikel eingelegt und mittels Kontrastdarstellung über die rechte Coronararterie bereits nach 8 Tagen einen Anschluß an Arteriolen des linken Ventrikel nachweisen können. Von 30 behandelten Tieren überlebten 29, während 85 % einer Kontrollgruppe bis zum 28. Tag gestorben waren.

b) peripheren Durchblutungsstörungen:

Bei arteriellen Durchblutungstörungen im Stadium IV konnten CASTEN und ALDAY (1971) gestieltes Omentum bis unterhalb des Knies verlagern. Sie operierten 24 ältere Patienten, bei denen Sympathektomie, Endarteriektomie und Bypass-Operationen nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt hatten. 4 Patienten starben, bei weiteren 4 konnte eine Amputation nicht vermieden werden. Bei 16 Patienten kam es nach der Operation zur völligen Abheilung von Unterschenkelulcera und Gangränen im Fuß- und Zehenbereich. Röntgenologisch waren ausgeprägte Kollateralen nachweisbar.
Die Umgehung weiter distal gelegener arterieller Verschlüsse ist mit gestieltem Omentum nicht möglich.
Bei Verschluß der drei großen Unterschenkelarterien wendete NISHIMURA (1973) die Omentum-Transplantation an. Unter Erhalt eines Abschnittes der Arteria und Vena gastroduodenalis resezierte er das Omentum, präparierte es auf eine Länge von 60 - 80 cm und verlagerte es nach End-zu-Seit-Anastomosen mit der Arteria femoralis bzw. Vena saphena magna superficialis vom Oberschenkel bis zum Fußrücken. Die Durchblutung verbesserte sich bei allen 7 Patienten, distale Unterschenkelanteile wurden warm, der Ruheschmerz ließ nach und Ulcera heilten ab. Femoralisarteriographien zeigten zahlreiche Kollateralen, Durchströmungsmessungen ergaben einen Flow von 15 - 25 ml/min.

Verlagerung auf Schädel- und Hirnoberfläche:

Skalpierungsverletzungen können nach McLEAN und BUNCKE (1971) mit einer Omentum-Transplantation und Mikroanastomosen zwischen Temporalarterie und -vene und entsprechender Omentumarkade versorgt werden. Auf diese gut durchblutete Matrix wird anschließend Spalthaut aufgebracht.

Zur endgültigen Deckung eines Defektes in einer Sitzung bildeten HARII und OHMORI (1973) den "composite flap". Sie verlagerten einen gestielten Omentumanteil subkutan in die Bauchwand und erreichten so einen zusätzlich arterialisierten Hautbereich, der später als stark durchblutetes Transplantat genutzt wurde.

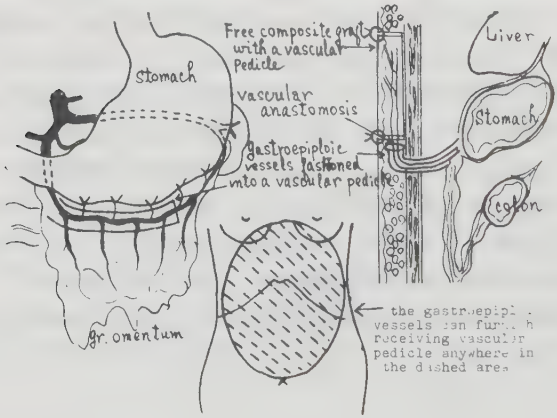

Abb. 19 Technik zur Bildung eines arterialisierten Hautlappens mit epiploischem Gefäßstiel. (HARII und OHMORI 1973)

Sowohl bei der gestielten Omentum-Transposition auf die Hirnoberfläche (GOLDSMITH et al. 1973), wie auch bei der freien Transplantation mit Mikroanastomosen und der Interposition zwischen Dura und Arachnoidea ist eine neue Gefäßverbindung zwischen Omentum und Gehirn nachweisbar (YASARGIL et al. 1974).

Abb. 20 a) u. b) Subkutane Omentum-Transposition auf die Hirnoberfläche (GOLDSMITH et al. 1973)

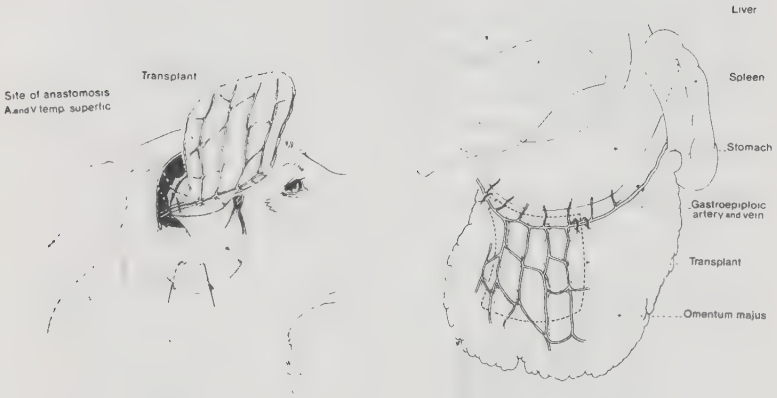

Abb. 21 a) u. b) Freies Transplantat auf die Hirnoberfläche (YASARGIL et al. 1974).

YASARGIL et al. schließen sich dem Vorschlag von GOLDSMITH et al. an, in weiteren experimentellen Untersuchungen zu prüfen, inwieweit dieses Verfahren klinisch anwendbar ist. Es könnte dabei zur Revaskularisation beim ischämischen Hirnsyndrom wie auch zur Umgehung der Blut-Hirnschranke in der Chemotherapie maligner Tumore dienen.

Schutz von Ösophagusanastomosen und -prothesen:

In der Ösophagus-Chirurgie kann gestieltes Omentum zur Anastomosensicherung verwendet werden (ARAKI 1932, MOORE und GOLDSTEIN 1959, GOLDSMITH et al. 1968).

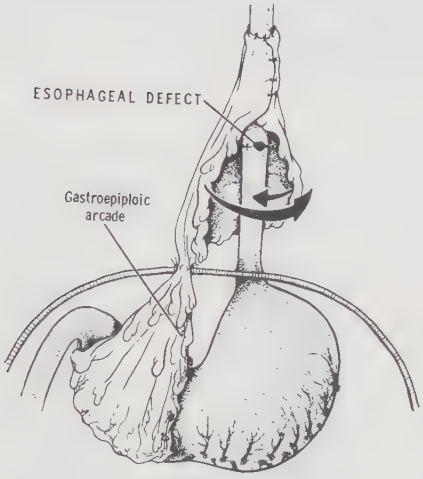

Abb. 22 Schützende Ummantelung von Ösophagusanastomosen mit Omentum (GOLDSMITH et al. 1968).

Die Verwendung alloplastischen Materials bei der Ösophagusplastik macht wegen der engen topographischen Beziehung den Schutz von Trachea, Bronchien, Aorta und Ductus thoracicus erforderlich.

Die Umhüllung der Prothese mit gestieltem Omentum als Polster kann Drucknekrosen und Fistelbildungen vermeiden helfen (YASARGIL et al. 1957, 1959, 1960, BARNES et al. 1972; desgl. bei Trachealplastik YASARGIL und HESS 1958).

Ausgehend von der zufälligen Beobachtung, daß eine insuffizient gewordene Ösophagusanastomose durch umwickeltes Omentum abgedichtet wurde, benutzten GOLDSMITH et al. (1973) in einer Weiterentwicklung der Ösophagusplastik ein Kunststoff-Gitterrohr (Marlex-mesh) und umwickelten dieses ebenfalls mit gestieltem Omentum.

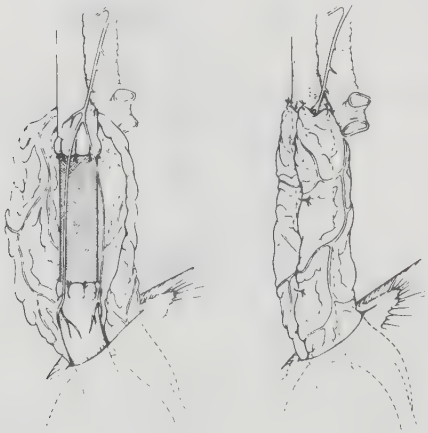

Abb. 23 Ummantelung einer Gitterrohrprothese des Ösophagus mit Omentum (GOLDSMITH et al. 1973).

Netzgewebe wuchs in die Maschen des Gitterrohres ein, und nach etwa 5 Monaten war fast die gesamte Innenfläche mit einer festen, gleitfähigen Epithelschicht bedeckt.
In allen Tierversuchen waren die Ergebnisse überzeugend. GOLDSMITH et al. halten diese Methode besonders bei der Behandlung des Ösophaguskarzinoms für anwendbar.

Zum Schutz eines strahlengeschädigten Plexus brachialis empfiehlt I. CLODIUS (Zürich) die Omentum-Transplantation mit Gefäßanschluß in die Axilla (pers. Mitteilung 1974).

Die rasche Entwicklung der Mikrochirurgie wird sicher in naher Zukunft der Omentum-Transplantation weitere Indikationen erschließen.

LITERATURVERZEICHNIS:

ABBES, M.J.L., H. RICHELME, F. DEMARD: The greater omentum in repair of complications following surgery and radiotherapy for certain cancers.

Int. Surg. 59 (1974) 81

AIMES, A.: L'importance chirurgicale du grand epiploon.

Progr. méd. (Paris) 12 (1920) 125

ARAKI, C.: Die methodische Netzbarrikade des Operationsfeldes in der Chirurgie der Gallenwege.

Arch. jap. Chir. 7 (1930) 67 (Jap.)

ARAKI, C.: Experimentelle Studien über die Anastomose zwischen Ösophagus und Magen. II. Mitt.: Einige Hilfsmethoden zur Sicherung der Ösophago-Gastrorhaphie, insbesondere über die methodische Umzingelung der Nahtstelle mittels Omentum majus.

Arch. jap. Chir 9 (1932) 206

ASOH, R.: Experimenteller Beitrag zur Frage der Mesenterialgefäßunterbindung mit und ohne Netzplastik. II. Mitt.: Über die Schutzwirkung der Netzplastik bei der Darmgangrän.

Arch. jap. Chir. 11 (1934) 160

AUGUST, S.F.: Cutaneous omento-ureterostomy.

J. Urol. (Baltimore) 98 (1967) 342

BARNES, W.A., S.F. REDO, K. OGATA: Replacement of portion of canine esophagus with composite prosthesis and greater omentum.

J. thorac. cardiovasc. Surg. 64 (1972) 892

BERESNEGOWSKY, N.: Über die Anwendung des isolierten Netzes zur Stillung der Leberblutung. Experimentelle Untersuchung.

Arch. klin. Chir. 104 (1914) 287

BERMAN, E.J., E. GERIG, R. BAKEMIER, J. RUTHERFORD: Omentocavopexy.

Amer. J. Surg. 106 (1963) 2

BLOOMHARDT, S.L., C.F. ANDREWS, R.R. HETHERINGTON: Surgical research of the great omentum.

Surg. Gynec. Obstet. 24 (1917) 474

BROQ, P., R. DUCASTAING, J. REILLY: La greffe épiploique: étude expérimentale. Essai d'indications.

J. Chir. (Paris) 20 (1922) 358

BRUGER, M., R.F. CARTER: Nephro-omentopexy and nephro-myopexy in the treatment of arterial hypertension.

Ann. Surg. 113 (1941) 381

BUCHSBAUM, H., A.J. WHITE: Omental sling for management of the pelvic floor following exenteration.

Am. J. Obstet. Gynec. 117 (1973) 407

BURI, P.: Erfahrungen mit der Netzverpflanzung nach Goldsmith.

VASA 1, 1 (1972) 45

CANNADAY, J.E.: Some uses of undetached omentum in surgery.

Amer. J. Surg. 76 (1948) 502

CASTEN, D.F., E.S. ALDAY: Omental transfer for revascularisation of the extremities.

Surg. Gynec. Obstet. 132 (1971) 301

CHACHINE, M.: Zur Frage der freien Überpflanzung des großen Netzes in der Chirurgie der Bauchhöhle.

Chirurgija 4 (1938) 96

CORT, D.F., J.L. COLLINS: Omental transposition in the treatment of the radionecrosis.

Brit. J. Surg. 60 (1973) 580

COUINAUD, C.: L'omentopexie dans les hypertensions portales.

Ann. Chir. 27 (1973) 855

ELISKA, O.: Blood flow in the revascularized kidney. Revascularization by means of omentum and iliac loop.

J. cardiovasc. Surg. (Torino) 9 (1968) 342

EL-ZAWAHRY, M.D., M.S. IBRAHIM, Z. AMER, M. EL-MADDAWY: Omental transposition for the relief of ascites in portal hypertension of bilharzial origin.

Bull. Soc. int. Chir. 30 (1971) 499

FAMILIARI, G.: Plastiche epiploiche peduncolate nelle ferite da taglio dello stomaco.

Arch. Soc. ital. Chir. (1931) 858

FERRARIS, G.: Omental containment of the intestinal loops in pelvic exenteration.

Panminerva med. 10 (1968) 191

GOLDSMITH, H.S., R. DE LOS SANTOS, E.J. BEATTIE jr.: Relief of chronic lymphedema by omental transposition.

Ann. Surg. 166 (1967) 572

GOLDSMTIH, H.S., A.A. KIELY, H.T. RANDALL: Protection of intrathoracic esophageal anastomoses by omentum.

Surgery 63 (1968) 464

GOLDSMITH, H.S.: Pedicled omentum versus free omental graft for myocardial revascularization.

Dis. Chest 54, 6 (1968) 523

GOLDSMITH, H.S., E.J. BEATTIE: Carotid artery protection by pedicled omental wrapping.

Surg. Gynec. Obstet. 130 (1970) 57

GOLDSMITH, H.S., W.-F.CHEN, S.W. DUCKETT: Brain vascularisation by intact omentum.

Arch. Surg. 106 (1973) 695

GOLDSMITH, H.S., E.S. ALDAY, Y. MIKOSHIBA: Esophageal graft protection with intact omentum.

Surg. Gynec. Obstet. 137 (1973) 231

GOLDSTEIN, M.B., L.C. DEARDEN: Histology of omentoplasty of the urinary bladder in the rabbit.

Invest. Urol. 3 (1966) 460

GRAHAM, H.F.: Free omental grafts in abdominal operations.

Ann. Surg. 100 (1934) 960

GRINELL, R.S.: Omentopexy in portal cirrhosis of the liver with ascites. A review of twenty-three cases.

Ann. Surg. 101 (1935) 891

HARII, K., S. OHMORI: Use of the gastroepiploic vessels as recipient or donor vessels in the free transfer of compisite flaps by microvascular anastomoses.

Plast. reconstr. Surg. 52 (1973) 541

HATAKOSHI, M.: Ist die Einbettung des Netzes in die Niere auch bei gesunden Menschen und Tieren diuretisch wirksam?

Arch. jap. Chir. 4,2 (1927) 307 (Jap.)

HESSE, E.: Beiträge zur Frage der intraperitonealen Harnblasenruptur und der isolierten Netzplastik bei Behandlung derselben.

Verh.wiss.Vereins Ärzte Obuchow-Krkh. St.Petersburg 22 (1913) 5 (Russisch)

HILDEBRANDT: Die Verwendung des Netzes zur Deckung extraperitonealer Defekte der Blase.

53.Tag.Dtsch.Ges.Chir. 1929

HUGO, N.E.: Recent advances in the treatment of lymphedema.

Surg. Clin. N. Amer. 51 (1971) 111

HUNTER, J.B.: Cardio-Omentopexy.

Proc. roy. Soc. Med. 32 (1939) 711

INNOCENZI, A., A. CORTESE, M. OBIALERO: La transposizione toraco-brachiale del grande omento quale nuovo metodo chirurgico nel trattamento del linfedema postoperatorio.

Minerva chir. 26 (1971) 947

ISLAMI, A.H.: Transplantation of peritoneum.
In: Transplantation of tissues, L.A. PEER, Vol.II

Williams & Wilkins Comp., Baltimore 1959

KIRCHMAYR, L.: Über eine Modifikation der Talmaschen Omentopexie.

Zbl. Chir. 54, 34 (1927) 2120

KIRICUTA, I., M.B. GOLDSTEIN: Das Omentum als Ersatzmaterial der Blasenwand bei durch Strahlen verursachten Blasenscheidenfisteln.

Krebsarzt 16 (1961) 202

KIRICUTA, I.: L'emploi du grand épiploon dans la chirurgie du sein cancéreux.

Presse méd. 1 (1963) 1

KIRICUTA, I., S. GALATAR: La chirurgie du grand épiploon et l'importance de la connaissance de sa vascularisation.

Chirurgia (Buc.) 10 (1970) 881

KIRICUTA, I., A.M.B. GOLDSTEIN: The repair of intensive vesicovaginal fistulas with pedicled omentum: A review of 27 cases.

J. Urol. (Baltimore) 108, 11 (1972) 724

KIRICUTA, I.: Le traitment des radionécroses des pils de flexion (axillaires, inguinaux, cervicaux) à l'aide du grand épiploon greffé avec des lambeaux libres dermo-épidermiques.

Ann. Chir. Plast. 18 (1973) 65

KNAZOZOVICKY, J.: Anzeigen der Arthroplastik und Bemerkungen zur Transplantation des Omentum außerhalb der Bauchhöhle.

Cas. Lék. ces. 64 (1925) 992 (Tschechisch)

KNOCK, F.E.: Cardioomentopexy and implantation of multiple omental loops for revacularization of the heart.

Surg. Forum 230 (1958) 230

KOIKKALAINEN, K., E. LAUSTELA, P. TALA, L. TEPPO: Experimental study of intestinal revascularization by omental adhesions.

Ann. Chir. Gynaec. Fenn. 56 (1967) 444

KOPF, H.: Eine neue Modifikation der Talmaschen Operation.

Chirurg 22 (1951) 547

KOTTAKIS, G., O. JOANNIDES: Omentoplasty and capsulectomy in the of echinicoccus cysts of the liver.

J. int. Coll. Surg. 23 (1955) 927

KOZYREV, A.: Meningealplastik, sowie Ersatz von Hirndefekten durch das Netz.

Vestnik chirurgii i pogranicnych oblastej 7 (1926) 102 (Russisch)

KOZYREV, A.: Drainage der Hirnventrikel durch Netzstreifen.

Arch. klin. Chir. 141 (1926) 691

KUDRYAVTSEV, L.A.: Vesical plasty after fundectomy for cancer.

Vop. Onkol. 18 (1972) 93

LEITES, A.L., E.S. ZOBNEV: Comparison of vascularity of induced interorgan small intestine adhesions with intact or impaired blood supply of the sutured organs.

Arkh. Anat. Gistol. Embriol. 59 (1970) 3

LEO, C.: L'omentoprotezione negli interventi settici dell'addome a della pelvi.

Ann. ital. Chir. 10 (1931) 602

LEVIN, O.: Morphologische Veränderungen an der Leberwunde bei Tamponade mit freiem und gestieltem Netzlappen.

Z. sovrem. Chir. 5 (1930) 1135 (Russisch)

LINBERG, B.E.: Die Netzeinhüllung von Nervenstämmen bei Nervennaht und Neurolyse.

Kazan. med. Zh. 20 (1924) 703 (Russisch)

McLACHLIN, A.D., D.W. DENTON: Omental protection of intestinal anastomoses.

Amer. J. Surg. 125 (1973) 134

McLEAN, D.H., H.J. BUNCKE: Autotransplant of omentum to a large scalp defect with microsurgical revascularization.

Plast. reconstr. Surg. 49 (1972) 268

MEY, R., H. STEGMANN: Experimentelle Untersuchungen über die freie periureterale Netztransplantation nach Denudierung des Ureter.

Zbl. Gynäk. 25 (1957) 1003

MIROTVORZEV, S., N. SAMSONOV: Über die Anwendung der Omentum-majus-Plastik in der Gehirnchirurgie.

Vestnik chirurgii i pogranicnych oblastej 9 (1927) 61

MIYAUCHI, T.: Experimental study on the technique of cystoplasty using either omentum or a combination of omentum and gold leaf.

Jap. J. Urol. 63 (1972) 471

MOORE, T.C., J. GOLDSTEIN: Use of intact omentum for closure of full-thickness esophageal defects.

Surgery 45 (1959) 899

NEUMANN, A.: Weitere Erfahrungen mit der Verwendung der Netzmanschette, insbesondere bei der Behandlung des perforierten Magen- und Duodenalgeschwürs.

Dtsch. med. Wschr. 39 (1913) 554

NISHIMURA, A.: Omentum-Transplantat revaskularisiert Bein.

Medical Tribune 42 (1973) 8

O'SHAUGNESSY, L.: An experimental method of providing a collateral circulation to the heart.

Brit. J. Surg. 23 (1936) 665

PAPADIMITRIOU, J., A. MANDREKAS: The surgical treatment of hydatid disease of the liver.

Brit. J. Surg. 57 (1970) 431

PAUNZ, L.: Die Ersetzung der Vena renalis durch künstlich hervorgerufene Netzanastomosen.

Z. ges. exp. Med. 59 (1928) 391

PAUNZ, L.: Dauerversuch über die Ersetzung der Arteria renalis durch künstlich hervorgerufene Netzanastomosen.

Z. ges. exp. Med. 71 (1930) 321

PERROTTI, G.: Evoluzione e meccanismo di azione delle plastiche epiploiche libere e peduncolate in rapporto alle suture intestinali.
II. Plastiche sopra suture di intestino patologico.

Ann. ital. Chir. 6 (1927) 723

PIFARRE, R., C.A. HUFNAGEL: Epicardiectomy and omental graft in acute myocardial infarction.

Amer. J. Surg. 115 (1968) 589

PRINZ, P.: Die Netztamponade bei Leberrupturen.

Zbl. Chir. 28, 93 (1968) 960

ROSENSTEIN, P.: Zur freien Netztransplantation.

Arch. klin. Chir. 169 (1932) 639

RUCKLEY, C.V., A.N. SMITH, T.W. BALFOUR: Perineal closure by omental graft.

Surg. Gynec. Obstet. 131 (1970) 300

SASAKI, J.: Vergleichende Studien über den Nahtverstärkungswert des ungestielten Netz-, Peritoneal- und Mesenteriallappens.

Dtsch. Z. Chir. 123 (1913) 62

SCHREIBER, H.W.: Portale Hypertension.
In: Spezielle Chirurgie für die Praxis II, 1

Thieme Verlag, Stuttgart 1969

SCHULZ, F.: Experimenteller Beitrag zur Frage der Ausbildung eines Kollateralkreislaufs am Darm mittels Netzplastik.

Arch. klin. Chir. 144 (1927) 477

SEISS, G.: Über freie Netztransplantation bei chronischen Unterleibsentzündungen.

Zbl. Gynäk. 45 (1921) 171

SEKIGUCHI.: Experimental studies on omental substitution after dividing the mesentery.

I. Determination of the extent of division of the mesentery compatible with retention of intestinal nutrition.
Arch. jap. Chir. 11 (1934) 329

II. Concerning the efficacy of the omental substitution and concerning the new formation of collateral anastomoses.
Arch. jap. Chir. 11 (1934) 519

SSOKOLOW, N.N.: Ein Fall von Totalresektion des großen Netzes mit darauffolgender freier Transplantation des letzteren zur Deckung eines Bauchfelldefektes.

Zbl. Chir. 54 (1927) 848

SSOKOLOWSKY, M.P.: Über plastische Deckung der Duramater-Defekte mit Omentum majus.

Nov. khir. Arkh. 5 (1924) 141

STROPENI, L.: Ricerche sperimentale sul compartamento dell´epiploon nella sostituzione del mesentere di un´ansa intestinale.

Boll. Soz. piemont. Chir. 5 (1935) 455

SUSSET, J.G., K.J. McKINNON: Etude expérimentale de la revascularisation du rein ischémié a l´aide du grand épiploon.

Un. Méd. Can. 92 (1962) 746

TALMA, S.: Chirurgische Öffnung neuer Seitenbahnen für das Blut der Vena porta.

Berl. klin. Wschr. 35 (1898) 833

TEXIER, M., J. PREAUX, J. BARUCH, P. BANZET, C. DUFOURMENTEL: Traitement des radiodermitis thoraciques par autoplasie pédiculée du grand épiploon suivie de greffe cutanée (méthode de Kiricuta).

Chirurgie 99 (1973) 262

TOOLE, H., G. PROKOS, H. LOUIS: Die Verwendung von gestielten Netzlappen zur Behandlung der pancreatischen Pseudozysten.

Bruns` Beitr. klin. Chir. 210 (1965) 80

TORO, N.: Plastiche epiploiche peduncolate su ferite intestinali prodotte col termocauterio.

Ann. ital. Chir. 11 (1932) 127

TORRACA, L.: La plastica epiploica del mesenterio.

Policlinico, Sez. chir. 28, 8 (1921) 332

TURNER-WARWICK, R.: The use of pedicle grafts in the repair of urinary tract fistulae.

Brit. J. Urol. 44 (1972) 644

VALLE, G., G. FERRARIS: Use of omentum to contain the intestines in pelvic exenteration.

Obstet. and Gynec. 33 (1969) 772

VAUBEL, E.: Die Omentumtransposition.
Ein Beitrag zur rekonstruktiven Chirurgie.

Habilitationsschrift, Berlin 1972

VAUBEL, W.E., G. SCHWARZ, R. SÖRENSEN: Die Omentum-Transposition und ihre röntgenologisch sichtbaren Folgen am Magen.

Dtsch. med. Wschr. 97 (1972) 1731

VAUBEL, E.: Transposition of the greater omentum for reconstruction of the chest wall and thorat area.

Chir. plastica (Berl.) 2 (1974) 95

VINEBERG, A.M., J. SHANKS, R. PIFARRE, R. CRIOLLOS, Y. KATO: Combined internal mammary artery implantation and free omental graft operation: A high effective revascularization procedure.

Canad. med. Ass. J. 90 (1964) 717

VINEBERG, A.M., A.K. SYED, W.J. PIROZYNSKI: Rapid development in dogs of intramyocardial vascular pathways after implantation of bloodless omental stripes in the right and left ventrikular myocardium.

Canad. J. Surg. 11 (1968) 219

WALTERS, W.: An omental flap in transperitoneal repair of recurring vesico-vaginal fistulas.

Surg. Gynec. Obstet. 64 (1934) 74

WENNERSTRAND, J.R., B.E. LEVANDER: Lumbo-omental drainage of cerebrospinal fluid.

Acta chir. scand. 140 (1974) 91

WILKIE, D.P.D.: Some functions and surgical uses of the omentum.

Brit. med. J. 2 (1911) 1103

WILLIAMSON, R.C.N.: Post-mastectomy lymphœdema of the arm treated by omental graft.

Proc. roy Soc. Med. 65 (1972) 16

WINTER, C.C.: Cutaneous omento-ureterostomy: clinical application.

J. Urol. (Baltimore) 107 (1972) 233

YASARGIL, E.C., R. HESS, F. ENDERLIN, K. MEINARDUS: Experimentelle Untersuchungen zum Ersatz des thorakalen Oesophagus.

Thoraxchirurgie 4 (1957) 474

YASARGIL, E.C., R. HESS: Beitrag zur plastischen Überbrückung der thorakalen Trachealdefekte.

Thoraxchirurgie 5 (1958) 470

YASARGIL, E.C.: Beiträge zur plastischen Überbrückung der Tracheal- und Oesophagusdefekte. Endergebnisse der experimentellen Untersuchungen.

Thoraxchirurgie 7 (1959) 361

YASARGIL, E.C.: The use of the greater omentum in intrathoracic surgery.

Surgery 48 (1960) 777

YASARGIL, M.G., Y. YONEKAWA, I. DENTON, D. PIROTH, I. BENES: Experimental intracranial transplantation of autogenic omentum majus.

J. Neurosurg. 39 (1974) 213

YOKOTA, K.: Eine neue Methode zur Bildung der Kollateralbahnen des Pfortadersystems (Oentum majus) mit dem Hohladersystem (Bauchwand) sowie zur permanenten Drainage der Ascitesflüssigkeit ins subcutane Gewebe (partielle Verlagerung des großen Netzes ins subcutane Bindegewebe mit vollständiger Erhaltung seiner Blutzirkulation).

Arch. jap. Chir. 2, 6 (1925) (Jap.)

ZOLOTAREVA, T.V.: Données expérimentales sur le probléme de la substitution par l'épiploon des défauts du mésentère.

Vestn. Chir. 61 (1941) 330

WEITERFÜHRENDE LITERATUR:

ALDAY, E.S., H. GOLDSMITH: Surgical technique for omental lengthening based on arterial anatomy.

Surg. Gynec. Obstet. 135 (1972) 103

BOTHE, F.A.: The fate of free omental graft in abdominal surgery.

Ann. Surg. 89 (1929) 886

CARTER, D.C., D.H.R. JENKINS, H.N. WHITHFIELD: Omental reinforcement of intestinal anastomoses.

Brit. J. Surg. 59 (1972) 129

CHESTER, S.T., H.G. BELL, H.J. McCORKLE: the use of free peritoneal garfts in intestinal anastomoses.

Surg. Gynec. Obstet. 89 (1949) 605

DEAN, R.H., B. McSWAIN, R.B. ADKINS jr.: Peritonela patch protection of intstinal anastomoses.

Amer. Surg. 39 (1973) 645

DREPPER, H., F. EHRING, D. VOJTECH: Die Radionekrose der Haut.

Med. Welt 22,5 (1971) 155

DUPONT, C., Y. MENARD: Transposition of the greater omentum for reconstruction of the chest wall.

Plast. reconstr. Surg. 49 (1972) 263

GOLAB, W., K. SMIGLA: Utilization of free omentum transplant for treatment of intestinal ischemia.

Pol. Przegl. Chir. 43 (1971) 1373

GOLDSMITH, H.S., R. DE LOS SANTOS, P. VANAMEE, E.J. BEATTIE jr.: Experimental protection of vascular prothesis by omentum.

Arch. Surg. 97 (1968) 872

GOLDSMITH, H.S., E.J. BEATTIE: Protection of vascular protheses following radical inguinal excision.

Surg. Clin. N. Amer. 49 (1969) 413

HARDIN, R.A., C.S. SU, J.S. BATTERSBY: A method of duodenal stump closure with intact omentum.

Surg. Forum 467 (1960) 467

HUNG, W.-T., T.-S. HUANG: Omental transposition into the liver for the treatment of biliary atresia. An experimental study.

J. Formosan Med. Ass. 71 (1972) 228

JACQUIN, P.: Über Blutstillung bei Leberwunden durch gestielte und freie Netzlappen.

Arch. klin. Chir. 102 (1913) 502

KIRICUTA, I., V. POPESCU, E. DAVID, G. SIMU, I. MUSTEA, K. GROSS, A. BOJAN: Biochemie, Morphologie und Transplantationsfragen der Radionekrosen.

Zbl. Chir. 92 (1967) 1147

KOGAN, G.: Versenkung des Netzes in den Hoden zum Zwecke der Steigerung der sinkenden Funktionen der Geschlechtsdrüse.

Vestn Chir. 36 (1934) 81 (Russisch)

MANDL, F., N. RABINOVICI: Experiments with "Cuto-Omentopexy" and skin homotransplantation.

J. int. Coll. Surg. 9 (1946) 525

MITZ, V., P. TESSIER: Auto-transfert vasculaire de l'épiploon au cou chez le chien.

Ann. Chir. plast. 19 (1974) 121

PETTET, J.R., E.S. JUDD, L.B. WOOLNER: Free omental grafts applied to intestinal anastomoses.

Arch. Surg. 72 (1956) 925

PITTONI, E.: Le indicazioni chirurgiche del trapianto omentale. Ricerche sperimentali sulla evoluzione ed esito del trapianto libero autoplastico del tessuto epiploico in sostituzione del peritoneo parietale.

Ann. ital. Chir. 3 (1924) 973

PORTA, G.: Ricerche sperimentali sul compartamento del grande omento reso libero nell´addome.

Ateneo parmense 13 (1941) 273

SANO, F.: Omentum majus als Gefäßtransplantat bei chronischen Arterienverschlüssen.

Medical Tribune 1 (1975) 22

STUCKEY, L.: Die freie Netztransplantation zur Blutstillung bei Gallenblasenexstirpationen.

Verh.wiss.Vereins Ärzte Obuchow-Krkh. St.Petersburg 22 (1913) 43 (Russisch)

THOMPSON, S.A., B. POLLOCK: The use of free omental grafts in the thorax. An experimental study.

Amer. J. Surg. 70 (1945) 227

TIRA, P.L.: Sul trapianto di tessuto epiploico nelle ferite polmonari. (Ricerche sperimentali).

Boll. Soc. med-chir. Pavia 65 (1951) 425

WESSEL: L´emploi méthodique de la greffe épiploique libre pendant 3 ans.

Presse méd. 35 (1927) 1301

WOJCIECHOWSKI, A.: Experimentelle Untersuchungen über die Transplantation freier Netzstücke.

Pol. Przegl. chir. 3 (1924) 286 (Polnisch)

ZILBERMAN, M.N.: Some problems concerning vascular connections of omental graft with wall of urinary routes in their omentization.

Arkh. Anat. 47 (1964) 73

Über die geschilderten vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten hinaus könnte die Omentummembran als biologischer Verband bei der Verbrennungsbehandlung genutzt werde.
Zunächst sei daher auf die pathophysiologischen Folgen und die lokale Therapie der Verbrennung eingegangen.

Pathophysiologie und Lokaltherapie der Verbrennung:

Die Schädigung lebenden Gewebes durch thermische Energie ist nach ALLGÖWER und SIEGRIST (1957) abhängig von der Höhe der Temperatur und der Einwirkungsdauer der Wärmequelle.
Zu dem lokalen Trauma kommen eingreifende, vom Organismus nicht beherrschbare, pathophysiologische Veränderungen, die als Verbrennungskrankheit bezeichnet werden (HARTENBACH und AHNEFELD 1967). Die Auswirkung der Permeabilitätserhöhung, örtlich entstehenden Metaboliten (Kininen) und proteolytischen Fermenten wird besonders in den ersten Stunden verstärkt durch das massive Freisetzen von Histamin. Es kommt zu einer Flüssigkeitsverschiebung in den Extravasalraum. Osmotisch wirksame Plasmaeiweiße bilden zusammen mit Elektrolyten und Wasser im Interstitium das charakteristische Verbrennungsödem. Die Zellwandschädigung führt zu einem Konzentrationsausgleich von Natrium und Kalium zwischen Extra- und Intrazellulärraum. Natrium geht in das Ödem und anschließend mit der Flüssigkeit über die Wundoberfläche verloren. Aus einem zunächst relativen Natriumverlust wird ein absoluter. Die anfänglich infolge Ausgleich hohe intravasale Kaliumkonzentration wird zwar auch auf diesem Wege gemindert, intakte Nierenfunktion kann aber schnell zu einer Hypo-

kalämie führen.

Verbrannte Haut verhält sich hinsichtlich der Wasserverdunstung wie eine freie Wasseroberfläche (MOYER 1955, ROE 1966). Diese Verluste betragen nach KOSLOWSKI (1970) bei 9 % verbrannter Hautoberfläche 1-2 Liter pro Tag. Die Eiweißverluste, insbesondere an Albuminen, führen zu einem Absinken des kolloidosmotischen Druckes (BLAND 1959), es folgen hämodynamische Dysregulation und darüber hinaus Störungen in den Austauschvorgängen zwischen Blutbahn und Gewebe.

Auf die Hypovolämie reagiert der Organismus mit einer Vasokonstriktion im Niederdrucksystem. Die resultierenden, über lange Zeit normalen Blutdruckwerte (RICHARDS und COURNAND 1944) können den anfangs auftretenden Volumenmangel verdecken. Hämokonzentration und Aggregationsneigung der Erythrozyten und Thrombozyten verursachen eine Stase im Kapillarbereich. Die Erythrozytenaggregation und der Erythrozytenzerfall infolge thermischer Schädigung vermindern das Gesamterythrozytenvolumen (EVANS, FOX, Zit.n. HARTENBACH und AHNEFELD 1967). Insbesondere das Zusammentreffen von Hämolyse und Nierendurchblutungsstörung kann zum Bild einer Crush-Niere mit akutem Nierenversagen führen. Mangelhafte Erythrozytenneubildung und gestörte Proteinsynthese sind für die ab dem 3. Tag auftretende Anämie verantwortlich (JAMES et al. 1951, DAVIS et al. 1954).

Die hohen Proteinverluste führen im Ablauf der Verbrennungskrankheit schon bald in die katabole Stoffwechsellage mit negativer Stickstoffbilanz. Dies erklärt auch die herabgesetzte Abwehrkraft des Organismus gegen Infektionen des Wundgebietes und gegen das Auftreten toxischer Substanzen.

Pathophysiologie der Verbrennungswunde:

Die Applikationsformen thermischer Energie in Tierexperimenten reichen von gebündelter Hitzestrahlung (HINSHAW 1963) über Aufbringen erhitzter Metallplatten (MALM und SLAWIKOWSKI 1962) bis zum direkten Abbrennen entflammbarer Flüssigkeiten auf der Haut (HOLDER und JOGAN 1970).
Auch heißes Wasser wird bis heute zur Erzeugung von Verbrennungen angegeben (HAFERKAMP et al. 1963), ohne die andersartigen lokalen und pathophysiologischen Auswirkungen zu kennen oder zu beachten.
Es muß daher auf die seit jüngster Zeit exakt bekannten Unterschiede von Verbrennung und Verbrühung eingegangen werden:

Bei Mäusen hat eine Verbrühung von 18 % der Körperoberfläche eine Mortalität von 10 % zur Folge, während eine gleichgroße Verbrennung fast alle Tiere tötet. Erst eine Verdoppelung der Ausdehnung der Verbrühung führt zu einer 100 %igen Mortalität.
Im Vordergrund steht der physikalische Unterschied zwischen Zuführung trockener und feuchter thermischer Energie.
Bei Verbrennung mit 250° C erreicht die Haut wegen ihres Gewebswassers an der Unterseite eine Temperatur von ca. 100° C. Erst nach völligem Verdampfen des Gewebswassers steigt diese Temperatur steil an, und das Gewebe beginnt zu verkohlen.
Demgegenüber zeigt die Temperaturkurve bei einer Verbrühung nach einem raschen Anstieg auf ca. 80° C einen fast gleichbleibenden Verlauf.

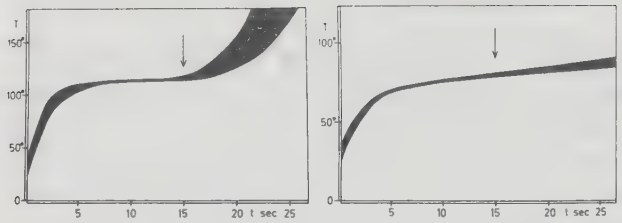

Abb. 24 Temperaturverlauf a) bei Verbrennung der Haut mit 250° C, b) bei Verbrühung der Haut mit 100° C (STÄDTLER et al. 1972 a)).

Normale Haut nimmt bei der Verbrennung um 42,4 % an Dicke ab, während sie bei der Verbrühung um 65,5 % zunimmt. Auch histologisch findet sich ein deutlicher Unterschied: Bei der Verbrennung sind sämtliche Gewebsschichten eindeutig verkocht. Die Zerstörung der Zellstrukturen und das Verschwinden der Kerne zeigt die praktisch völlige Zerstörung aller lebenden Substanz an. Die Verbrühung dagegen zeichnet sich vorwiegend durch das Ödem aus, das durch die Wasseraufnahme bedingt ist. Die erhaltene Zell- und Kernstruktur zeigt morphologisch, daß der Schaden nicht das gleiche Ausmaß erreicht wie bei der Verbrennung (STÄDTLER et al. 1972 a)).

Während bei Verbrennung ersten und zweiten Grades eine restitutio ad integrum möglich ist, kommt es bei stärkerer Schädigung zu einem irreversibelen Gewebsuntergang. Das Verbrennungsödem durchtränkt diese Nekrose, die so einen idealen Nährboden für die Besiedelung mit Mikroorganismen darstellt.

Körpereigene "toxische" Metabolite und die Resorption von Bakterientoxinen können den Organismus zusätzlich schädigen (KOSLOWSKI et al. 1965).

Infektion bei der Verbrennung:

Mit Ausdehnung der Nekrosen in Fläche und Tiefe nimmt die Gefahr einer Keimvermehrung zu. Das Fehlen der anatomischen Abwehrschranke ermöglicht den Übertritt bakterieller Fermente und Toxine in den Organismus und kann zu einer Septikämie führen. Das in seiner Funktion geschwächte reticulo-endotheliale System ist nicht mehr in der Lage, die pathologische Auswirkung selbst primär wenig virulenter Keime zu beherrschen (LILJEDAHL et al. 1963, HANBACK und RITTENBURY 1965, LEMPERLE 1969, 1971).
Wie aus der Literatur hervorgeht, vollzog sich im Laufe der Zeit ein Wandel der Keimbesiedelung auf der Verbrennungswunde (ALDRICH 1933, CRUICKSHANK 1935, Zit.n. THOMSEN 1973). Die sich stets ausbreitenden Streptococcen wurden durch die Einführung von Penicillin verdrängt, ihnen folgten Staphylococcen, die trotz neuer Antibiotika bis heute immer wieder resistente Stämme hervorgebracht haben (LANGOHR et al. 1947, KNAPP 1965, Zit.n. THOMSEN 1973). Während früher gramnegative Bakterien selten nachweisbar waren, besiedelt heute vorwiegend Pseudomonas aeruginosa die Verbrennungswunde (LOWBURY 1971).

Als die häufigsten Keime werden heute allgemein Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, coliforme Bakterien, Candida albicans und Proteus vulgaris angesehen.
Durch orale oder parenterale Gabe kann meist keine ausreichende Antibiotikakonzentration am gewünschten Wirkort erreicht werden. Lokal angewendete Antibiotika verzögern die ohnehin schlechte Wundheilung (LINDNER und HUBER 1973). Auf sie kann aber wie auch auf andere Chemotherapeutika und auf einige Desinfektionsmittel nicht verzichtet werden.
Zur Zeit ist Gentamycin am wirksamsten gegen Pseudomonas (KÖHNLEIN 1972). Eine geringere Wirkung hat Sulfamylon bei schon bestehender Infektion (SUTHERLAND 1971). Demgegenüber konnten MUIR et al. (1969) mit einer prophylaktischen Sulfamylonbehandlung die Mortalität infolge Sepsis erheblich senken (desgl. BRUCK et al. 1970).
Auch Silbernitrat wird für die frühe lokale Anwendung empfohlen (CASON et al. 1966, PRICE und WOOD 1967). LEWIS et al. stellten 1971 fest, bis heute sei noch kein ideales Therapeutikum zur Lokalbehandlung gefunden.
In der Todesursachenstatistik steht die Mortalität infolge Sepsis bei Verbrennungen auch heute noch mit an der Spitze.
Verbesserte Ergebnisse erhofft man sich von der sofortigen Chemotherapie und der spezifischen antibakteriellen Vakzination (LINZENMEIER 1969, PIERSON und FELLER 1970, ALEXANDER et al. 1971, SACHS 1972).
Um das Risiko einer Superinfektion von Anfang an möglichst gering zu halten und adäquate Pflege durch besonders geschultes Personal zu ermöglichen, ist die isolierte Unterbringung in speziellen Verbrennungseinheiten anzustreben (ARTZ 1966).

Toxin:

Die Mitwirkung von speziellen Toxinen bei der Verbrennungskrankheit wird seit langer Zeit vermutet. Für seine Entstehung werden in der Literatur unterschiedliche Ausgangssubstanzen verantwortlich gemacht, die meist als Zerfallsprodukte angesehen wurden(ROBERTSON und BOYD 1923, McCLURE 1939, LÖWEN 1949, KONICKOVA et al. 1969). SCHMITT (1965) vermutet im Toxin eine dem Histamin ähnliche Substanz.
Ausgehend von der Vorstellung einer Toxinentstehung bei Verbrennungen wurde eine Immuntherapie der Verbrennungskrankheit versucht, bei der man verbrannte Patienten mit Rekonvaleszentenserum behandelte (FEODOROV und SKURKOVICH 1962, KOSLOWSKI und URBASCHEK 1962).
Inzwischen ist es gelungen, ein spezifisches Verbrennungstoxin nachzuweisen und seine Zusammensetzung biochemisch zu verifizieren (STÄDTLER et al. 1972 b), ALLGÖWER et al. 1973). Dieses besteht entgegen allen bisherigen Vermutungen aus einem Polymerisat aus Zellwandbestandteilen, die in der ungeschädigten Zellwand physiologisch vorhanden sind. Das Toxin stellt einen Lipoproteinkomplex dar und kann für die Zellschädigung an Nieren, Herz, Lunge und Gehirn verantwortlich gemacht werden.
Die Senkung der Mortalität durch verzögerte Toxinresorption im Tierexperiment hat bewiesen, daß es für die Spätfolgen im Ablauf der Verbrennungskrankheit verantwortlich ist. Das gesunden Mäusen injizierte isolierte Toxin führte rasch zu deren Tod. Aktive Immunisierung mit subletalen Dosen verminderte die Mortalitätsrate deutlich. Der geringere Schutz bei Gabe von homologem bzw. heterologem Antiserum ist auf den schwächeren Effekt jeder passiven Immunisierung zurückzuführen.
Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse im Tierexperiment wäre eine Immuntherapie bei verbrannten Patienten in Zukunft denkbar.

Behandlung der Verbrennungswunde:

Zur primären lokalen Behandlung von Verbrennungswunden empfahlen Ärzte des Altertums Eichenrindenlösung (HIPPOKRATES), eine Mischung aus Honig, Kleie, Kork und Asche (CELSUS), Wein (GALEN), die Freiluftbehandlung mit Fettsalbenauflagen (PLINIUS d.Ält.) und Eiswasser (RHAZES). In China und Japan wurden Teextrakte aufgelegt.
Die im Tee enthaltene Tanninsäure, Salbenverbände, Kaltwassertherapie und Freiluftbehandlung finden bis heute Anwendung.
Gegen Schmerzen und Blasenbildung wendete SYME (1827), der auch das erste Verbrennungshospital in Edinborough einrichtete, trockene Baumwolldruckverbände an. Mit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde feuchte Verbände mit Kalzium- und Natriumchlorid (LIZFRANK 1835), sowie die Bäderbehandlung (DUPUYTREN 1832) empfohlen.
Mit der Einführung von Tanninsäurespray als künstlichem Schorf erreichte DAVIDSON (1925) eine Verminderung der Flüssigkeitsverluste, Abnahme der Schmerzen und eine Wundreinigung (alle Zit.n. ARTZ 1970). Eine Verbesserung des Verfahrens stellt die BETTMANNsche Kombination von Gerbsäure und Silbernitrat dar. Mit ihr konnten eine sofortige Schmerzfreiheit und ein Sistieren der Sekretion erreicht werden (COGSWELL und SHIRLEY 1939, PENBERTHY und WELLER 1939). HERTZBERG (1939) beschreibt die gute Epithelisierung unter dem Schorf und verweist auf die ausgezeichneten Spätergebnisse.
MOSESSON et al. berichten 1947 über die toxische Wirkung von i.v. appliziertem Tannin im Tierversuch; EVANS (1951) dagegen findet Leberschädigungen, obwohl kein Tannin verwendet worden war. AHNEFELD (1954) schreibt die nach Behandlung mit und

ohne Tannin auftretenden Leberstrukturveränderungen der Verbrennung selbst zu und spricht sich für eine Beibehaltung dieser Therapie aus.
Tannin findet heute wieder, kombiniert mit Mercurochrom und Silbernitrat als sog. MTS-Folie Anwendung (KÜHNE und KAISER 1970, KRAMER 1972).
Mit der Wiedereinführung der Freiluftbehandlung durch WALLACE (1949) entwickelte sich eine weltweite Diskussion zwischen Verfechtern der offenen und geschlossenen Therapieform, wobei beide Seiten eindeutige positive Behandlungsergebnisse vorweisen können.

Hauttransplantation:

Mit der bisher geschilderten Lokalbehandlung gelingt es teilweise, die Epithelisierung von weniger ausgedehnten Verbrennungswunden zu fördern und einen endgültigen Wundverschluß zu erreichen. Aber bei "full-thickness-burns" gelingt ein Verschluß nur durch Hauttransplantation, wodurch auch die Entstehung narbiger Kontrakturen vermindert werden kann.
Die erste Hauttransplantation im heutigen Sinne führte 1869 REVERDIN bei einem Schwerverbrannten erfolgreich durch. Sein Verfahren fand in Europa schnell Verbreitung (POLLOK, CZERNY, SCHOLZ u.a., Zit.n. KÖHNLEIN 1965 a)).
REVERDINs Feststellung, auch Tierhaut sei zur Transplantation geeignet, führte zu zahllosen, angeblich erfolgreichen Transplantationen von Haut verschiedener Tierspezies.
LEXER bewies 1911, daß mit Homotransplantaten zwar vorübergehend eine Anheilung zu erreichen sei, daß die Transplantate

aber aus unbekannten Gründen später in jedem Falle abgestoßen würden.
Die dagegen eindeutig positiven Ergebnisse mit autologen Hauttransplantationen (u.a. WOLF 1875, DAVIS 1914) führten zu einer Verfeinerung der Hautentnahmetechnik (REVERDIN und THIERSCH) und zur Entwicklung der Dermatome (PADGETT 1939, BRAUN 1942; alle Zit.n. KÖHNLEIN 1965 a)).
Seitdem ist die autologe plastische Deckung mit Spalthautlappen verschiedener Dicke und Größe jedem Chirurgen technisch möglich geworden.

Immunologie und Transplantation:

Die auf früheren Beobachtungen basierende verbreitete Ansicht, daß ein Homotransplantat bei identischen Blutgruppen und unter Verwandten angehe, widerlegte LEXER (1911) in einer großen Studie. Für die Abstoßung machte BAUER (1927) die genetische Verschiedenheit zwischen Menschen verantwortlich. Daraufhin transplantierte er gekreuzt zwischen eineiigen Zwillingen und fand ein reizloses Einheilen der Transplantate bei beiden Zwillingen.
MEDAWAR beobachtete 1943 bei einer Patientin, bei der eine ausgedehnte Verbrennungswunde autolog und mit Haut des Bruders gedeckt worden war, eine am 15. Tag beginnende Degeneration der homologen Transplantate. Eine erneute Transplantation mit Haut des gleichen Spenders wurde erforderlich. Jetzt kam es jedoch zu einer sofortigen Abstoßung. Hieraus schloß MEDAWAR, daß es sich um eine Immunreaktion handeln müsse und sah die Ursache in genetisch unterschiedlichen Hautgruppen. In seinen weiteren Untersuchungen entdeckte er die Prinzipien der Abstoßungsvorgänge.

Das bis heute in der Literatur angegebene sichere Anheilen homologer Transplantate (BINHOLD 1939, WOLF 1946, FOSTER 1948, KEARNS 1949, CABY 1950, MEEK 1954). könnte nur mit einer weitgehenden Ähnlichkeit genetischer Hautgruppen erklärt werden (Zit. n. KÖHNLEIN 1965 a)). BROWN (1942) sah bei ausgedehnten Verbrennungen und bei Mangel an autologer Haut die Verwendung von Homotransplantaten als indiziert an. Die bei ausgedehnten Verbrennungen primär geringen Abwehrreaktionen des Empfängers konnten medikamentös mit Antihistaminika, Cortison und ACTH weiter gemindert werden (FOSTER 1948, MEEK 1954, KAY 1956, KIRSCHBAUM 1957; Zit. n. KÖHNLEIN 1965 a)).
Eine Depression des RES und der immunologischen Abwehr infolge Verbrennung ist inzwischen nachgewiesen (LEMPERLE 1969, 1971). Wegen der zusätzlichen Schädigung scheidet daher die Behandlung Schwerstverbrannter mit Antimetaboliten oder Antilymphozytenserum heute aus. Eine Herabsetzung der Antigenität der Spenderhaut läßt sich durch Bestrahlung, Gefriertrocknung und Durchströmung mit elektrischem Strom erreichen (KÖHNLEIN 1972).

Künstliche Deckungsmaterialien:

Um früh eine Barriere gegen den Flüssigkeitsverlust und die invasive Infektion zu schaffen, und um für die spätere Deckung die Bildung eines gut durchbluteten Granulationsgewebes zu erreichen, wurden verschiedene künstliche Materialien entwickelt. Sie sollen - temporär angewendet - keine Abwehrreaktion des Organismus hervorrufen und darüberhinaus leicht sterilisierbar sein.
So wurden mikroporöser durchsichtiger Verband, Filme aus Silicon, Monophosphatstärke und Trockengel verwendet (WEISMANN 1963, SHREERAM und MEYER 1964, HEPP und PAULUS 1968, BATDORF et al. 1969, KIRBY 1969).
Neben verschiedenen anderen Kunststoffen (SAVIC 1962, REHN 1963, HARRISON et al. 1966, SPIRA et al. 1971) wurden tierexperimentelle und klinische Untersuchungen vor allem mit Polyurethan- und Polyvenylalkohol-Schaum durchgeführt:
Bei der Verwendung des Polyvenylalkohol-Schaumes berichten die Autoren über Schmerzlinderung, fehlendes Bakterienwachstum und einen ausgezeichneten Wundgrund (CHARDACK et al. 1962, JEWETT und CHARDACK 1963, MARTIN et al. 1964, HAYASHI und ARUGA 1966).
Bei der Auflage von Polyurethan-Schaum werden geringe Adhärenz, negativer Bakteriennachweis im aufgesaugten Exsudat und weiter bestehende Verdunstung hervorgehoben (EVANS 1966). Wegen der guten Granulationen (CSATO 1968) sollte die Auflage höchstens bis zum 6. Tag belassen werden, um ein Einwachsen in die poröse Struktur zu vermeiden (ERRZURIZ et al. 1969). Da aber eine bakteriostatische und bakterizide Wirkung fehlt, hält MATHESON (1966) Polyurethan-Schaum nur als Erste-Hilfe-

Verband bis zu 48 Stunden für geeignet. ALEXANDER et al. (1973) beobachteten neben einer beschleunigten Granulationsbildung auf der Verbrennungswunde eine befriedigende Heilung infizierter Hautentnahmestellen. Bei Wunden mit vorher nicht entferntem Schorf sollte diese Auflage nicht verwendet werden.

Als biologisches Material wurde tierisches Kollagen gewonnen, chemisch bearbeitet und in der Lokalbehandlung erprobt. So fanden LORENZETTI et al. (1972) mit mikrokristallinem Kollagen in Tierexperimenten eine verkürzte Wundheilung. Biologische Kollagenfolien lassen sich im Vergleich zu anderen alloplastischen Materialien, die leichter mit dem Gewebe verwachsen, jederzeit ohne Defektsetzung von der Wunde lösen. Abwehrreaktionen gegenüber diesem Material treten offensichtlich nicht auf (WANKE und GRÖZINGER 1965, EVERS et al. 1969, OTT 1970).

Nekrosenentfernung:

Vor der temporären oder endgültigen Deckung ist die Entfernung des zugrundegegangenen Gewebes unumgänglich. Hierzu stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, wie Bäderbehandlung (LAVENDER 1939, WEEDER et al. 1967), mechanisches Abbürsten nach TSCHMARKE (ENGLER 1940) und Poncage nach LORTHIOIR (BELENGER 1962), chirurgische Exzision und enzymatische Andauung (GREUER 1948, 1949, KÖHNLEIN 1972). Die Toxinresorption kann nur durch sofortige Nekrosenexzision gemindert werden; wegen der Auswirkungen des Schocks ist dieses Vorgehen aber nur in den seltensten Fällen möglich.

Bei geringer Ausdehnung der Verbrennungswunde kann in einer Sitzung mit gleichzeitiger Deckung die Nekrose, sobald sie in ihrem gesamten Umfang erkennbar geworden ist, durch mechanisches Abschleifen (Poncage) oder chirurgische Exzision früh entfernt werden. Patienten mit ausgedehnten Verbrennungen werden durch die hierbei auftretenden Blut- und Eiweißverluste allerdings zusätzlich belastet. Bei ihnen ist eine operative Deckung wegen des schlechten Allgemeinzustandes und der ausgeprägten Infektion meist nicht möglich, zumal die Entnahme alloplastischen Materials neue Wundflächen schaffen würde. In solchen Fällen kann die schonende, aber länger dauernde Nekrosenentfernung durch Bäderbehandlung oder enzymatische Andauung erfolgen.

Auto- und Homotransplantate:

Das einzige Material zur endgültigen Deckung ist die Haut des Patienten selbst. In der Regel wächst auf dem Wundgrund Spalthaut am besten an, darüber hinaus werden gute kosmetische Ergebnisse beobachtet. Steht nicht genügend alloplastisches Material zur Verfügung, so können Epidermisplättchen nach THIERSCH, eine REVERDIN-Plastik oder Hautinseln nach GABARRO (postage-stamp) verwendet werden; als Mesh-graft läßt sich mit einem Spalthautlappen eine mehr als doppelt so große Wundfläche decken. Die Epithelisierung der unbedeckten Wundanteile geht bei diesen Verfahren von den Epithelinseln aus. In neuester Zeit wird von explantierten autologen Epithelgeschabseln, die auf dem Wundgrund gezüchtet werden, von

KLEIN (1975) berichtet. Selbst auf einem zur Versorgung eines Spalthautlappentransplantats nicht ausreichenden Wundbettes sollen einzelne Epithelien überleben. Hinsichtlich der kosmetischen Spätergebnisse kann dieses Verfahren mit der Verwendung dünner Spalthautlappen verglichen werden.

Reichen die Techniken der autoplastischen Deckung nicht aus, so stellen homologe Transplantate oder ihre Kombination mit Eigenhaut (MOWLEM-JACKSON-Plastik) oft eine lebensrettende Maßnahme dar (REIDY 1950, JACKSON 1954, KIRSCHBAUM 1955, ZAROFF et al.1966, KÖPP 1964, 1972, SINDARSKI et al.1972). Da infolge späterer Abstoßungsreaktion keine endgültige Anheilung erreicht werden kann, läßt sich dennoch homologe Haut verschiedener Spender als Interimsdeckung mehrmals bis zum endgültigen plastischen Verschluß verwenden.

SHUCK und MONCRIEF (1969) empfehlen homologe Transplantate insbesondere bei freiliegenden Knochen, Sehnen, Nerven und Gefäßen (desgl. PRUITT und SILVERSTEIN 1971).

Allerdings ist die Beschaffung homologer Haut begrenzt, denn die direkte Übertragung von einem lebenden Spender ist nur in seltenen Fällen möglich. Die Verwendung von Leichenhaut (NOVAK und ZABORSKY 1964, SHUCK et al. 1971, PIERER 1971) stößt auf juristische Hindernisse, die Einrichtung von Hautbanken setzt sich nur langsam durch.

Heterotransplantate:

Die autoplastische Deckung einer drittgradigen Verbrennung ab etwa der Hälfte der Körperoberfläche scheidet in den meisten Fällen aus.
Die Beschaffung homoplastischen Materials stößt auf große Schwierigkeiten, denn bei einer angenommen zu 40 % verbrannten Hautoberfläche müßten - bei einem Wechsel im 7-Tage-Rhythmus - vier erwachsene Spender binnen 14 Tagen je ein Fünftel ihrer Haut zur Verfügung stellen.

Biologische Deckungsmaterialien in großem Umfang können daher nur xenogenen Ursprungs sein.
Xenogenes Gewebe sollte folgende Anforderungen erfüllen:

1) Weitgehende Minderung von Wasser-, Elektrolyt- und Eiweißverlusten,
2) Einschränkung des Bakterienwachstums und Schutz vor Superinfektion,
3) Möglichkeit zur Bildung eines gut durchbluteten Granulationsgewebes,
4) Minderung der Schmerzen und
5) leichte Beschaffbarkeit in größeren Mengen.

Derartiges Gewebe wird in der Literatur u.a. angesprochen als "physiologischer Verband", "Platzhalter", "Interimsverband", "xenogen burn dressing", "biological dressing", "temporary biological dressing".

a) Schweinehaut:

Schweinehaut ist im anatomischen Aufbau der menschlichen Haut ähnlich.
An chirurgisch exzidierten Wunden im Tierexperiment gewonnene Ergebnisse waren so vielversprechend, daß die klinische Anwendung von Schweinehaut bei Verbrennungswunden gerechtfertigt schien. Bei der Behandlung von Patienten kommen die Autoren zu übereinstimmenden Beobachtungen:
Spalthaut vom Schwein ist frisch, gefriergetrocknet und bestrahlt in Abdichtung und Adhärenz Homotransplantaten vergleichbar. Ihre Ernährung erfolgt durch Diffusion. Die Strukturen bleiben ca. 2 Wochen erhalten, was auch auf den vergleichsweise sehr niedrigen Enzymgehalt von Schweinehaut zurückzuführen sein könnte. Danach beginnt das Transplantat auszutrocknen. Entzündungsreaktionen fehlen nahezu, histologisch finden sich geringe Zellinfiltrate; der niedrige Antikörpertiter sinkt nach Entfernung des Transplantats sofort wieder ab. Infektionsminderung und Schutz vor Superinfektion werden durch Inkubation des Transplantates mit Antibiotika bei der Gewinnung bzw. durch ihre lokale Anwendung auf der Auflage erreicht.
Die bei direktem Kontakt mit der Wunde von Sulfamylon oder Jod-Pyrrolidon angegebenen Schmerzen treten bei ihrem Aufbringen auf dieses Transplantat nicht auf.
Die Elastizität der Schweinehaut erhöht die Mobilität der Patienten. Die dadurch geförderte Durchblutung und eine geringe Schorfbildung unterstützen die Entstehung von gut vaskularisiertem Granulationsgewebe unter dem später leicht abziehbaren Transplantat. Auch Spätanwendung und Mesh-graft-Überdeckung sind möglich. Kontrakturen und Narbenkeloide werden seltener

beobachtet (KÖHNLEIN 1965, 1972, BROMBERG et al.1965, SONG et al.1966, 1971, RAPPAPORT et al.1970, LAW et al.1971, PRUITT und CURRERI 1971, KALINA und JEZEK 1971, STERN 1971, WOOD und HALE 1972, LEE 1972, GERMAN et al. 1972, STINSON 1974, SHIRCLIFFE et al.1974).

b) Hundehaut:

Die von SWITZER et al.(1966) bei 30 Patienten erfolgreich übertragene Hundehaut hat sich wohl nicht durchsetzen können.

c) Fetale Kalbshaut:

Auf der Suche nach einem geeigneten Hautersatz wurde auch Haut verschiedenster anderer Tiere untersucht. In einer großen Studie beschrieben ROGERS und CONVERSE (1958) bei Untersuchungen mit fetaler Kalbshaut die auffallend schwache Abwehrreaktion, das ausgezeichnete Haftvermögen und die stimulierende Wirkung auf die Epithelisierung.
Mit der Verdoppelung der Überlebenszeit des Kalbshaut-Transplantates auf 25 Tage durch Inkubation mit Nukleinsäuren erreichte BOHMERT (1971, 1973) einen ausgezeichneten Hautersatz. Er fand eine umgekehrte Proportionalität zwischen Überlebenszeit des Transplantats und Alter des Feten. Bezüglich der Widerstandsfähigkeit der Kalbshaut erwiesen sich Feten von 35 bis 45 cm Scheitel-Steiß-Länge als am besten geeignet. In Kombination mit autologem Mesh-graft erreichte er eine wesentliche Beschleunigung des gesamten Wundheilverlaufes (BOHMERT 1974).

d) Amnion:

Ein Material, das in jedem Krankenhaus jederzeit und in ausreichender Menge steril zur Verfügung steht, ist Eihaut.
Die Vorstellung, daß embryonales Gewebe besser einheilt als ausgereiftes und daß fetale Membranen Umwandlungstendenzen zur Anpassung an das Empfängermilieu zeigen (SCHEIBE 1966), läßt Eihaut als biologisches Gewebe für die Behandlung von Verbrennungswunden besonders geeignet erscheinen.
Amnion ist wie die menschliche Haut ektodermalen Ursprungs, bei großer Reißfestigkeit dehnbar, in seiner gesamten Fläche nutzbar und durchsichtig (KIRSCHBAUM et al.1964).
Bei Patienten konnte die schnelle Entwicklung eines gut durchbluteten, gleichmäßigen Granulationsgewebes durch die Auflage hindurch verfolgt werden. Nach einer Woche ist die Auflage unversehrt als Membran abziehbar und ein trockener Wundgrund vorhanden. Länger auf der Wunde belassene Eihaut weist nach 10 bis 15 Tagen histologisch weitgehend erhaltene Strukturen auf, lebende Zellelemente konnten bis zu 60 Tagen nachgewiesen werden (KIRSCHBAUM 1964). PIGEON (1960), MAIER (1965), SCHEIBE (1966) und KLEN (1971) berichten von ähnlichen Ergebnissen.
ROBSON und KRIZEK (1973) fanden im Vergleich zwischen menschlichen Haut- und Amnionauflagen auf standardisiert infizierte Verbrennungswunden bei Ratten eine Minderung der Bakterienpopulation nach Eihautauflagen. Eine antiseptisch wirkende Substanz konnte in in-vitro-Versuchen noch nicht nachgewiesen werden.

LITERATURVERZEICHNIS:

AHNEFELD, F.W.: Ist die Ablehnung der Tanninterapie bei Verbrennungen berechtigt?

Mschr. Unfallheilk. 57 (1964) 207

ALEXANDER, J.W., M.W. FISHER, B.G. McMILLAN: Immunological control of pseudomonas infection in burn patients: a clinical evaluation.

Arch. Surg. 102 (1971) 31

ALEXANDER, J.W., L.M. WHEELER, R.C. ROONEY, J.J. McDONALD, B.G. McMILLAN: Clinical evaluation of epigard, a new synthetic substitute for homograft and heterograft skin.

J. Trauma 13 (1973) 374

ALLGÖWER, M., J. SIEGRIST: Verbrennungen.

Springer-Verlag, Berlin 1957

ALLGÖWER, M., L.B. CUENI, K. STÄDTLER, G.A.SCHOENENBERGER: Burn toxin in mouse skin.

J. Trauma 13 (1973) 95

ARTZ, C.P.: Planning a burn institute.

In: Research in burns, p.522, Wallace, A.B., A.W. Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

ARTZ, C.P.: Historical aspects of burn management.

Surg. Clin. N. Amer. 50 (1970) 1193

BATDORF, J.W., K.V. CAMMACK, R.D. COLQUITT: The silicone dressing management of the burned hand.

Arch. Surg. 98 (1969) 467

BELENGER, M.: A propos du traitement des grands brulés. (Symposium).

Acta chir. belg. 61 (1962) 779

BLAND, J.H.: Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes.

Thieme-Verlag, Stuttgart 1959

BOHMERT, H.: Fetale Hautxenotransplantate zur temporären Deckung von ausgedehnten Verbrennungen dritten Grades.

Fortschr. Med. 89 (1971) 836

BOHMERT, H.: Die Therapie schwerer Verbrennungen.

Münch. med. Wschr. 115 (1973) 395

BOHMERT, H.: Hautersatz bei Verbrennungen mit Spalthaut-netztransplantaten und Xenotransplantaten.

Hefte zur Unfallheilkunde 116, Springer-Verlag, Berlin 1974

BROMBERG, B.E., I.C. SONG, M.P. MOHN: The use of pig skin as a temporary biological dressing.

Plast. reconstr. Surg. 36 (1965) 80

BRUCK, H.M., M.J. ASCH, B.A. PRUITT jr.: Burns in children: a 10-year experience with 412 patients.

J. Trauma 10 (1970) 658

CASON, J.S., D.M. JACKSON, E.J.L. LOWBURY, C.R. RICKETTS: Antiseptic and aseptic prophylaxis for burns: use of silver nitrate and of isolators.

Brit. med. J. 1966 II, 1288

CHARDACK, W.M., M.M. MARTIN, T.C. JEWETT, B.E. BOYER: Synthetic substitutes for skin. Clinical experience with their use in the treatment of burns.

Plast. reconstr. Surg. 30 (1962) 554

COGSWELL, H.D., C. SHIRLEY: The treatment of burns.

Amer. J. Surg. 45 (1939) 539

CSATO, P.: Deckung von Verbrennungswunden mit Polyurethanschwamm.

Praxis (Bern) 57 (1968) 1841

DAVIS, A.K., E.L. ALPEN, G.E. SHELINE: The combined effects of thermal burns and whole-body X-irradiation II. Anemia.

Ann. Surg. 140 (1954) 726

ENGLER: Zur Behandlung von Verbrennungen.

Zbl. Chir. 1940, 368

ERRZURIZ, J.M., R. ARTIGAS N., S. GELFENSTEIN Z.: Reemplazo de la cubierta cutanea del quemado por materiales sinteticos en sus diversos periodos evolutivos.

Rev. esp. Cirug. plast. 2 (1969) 55

EVANS, E.I.: Treatment of high intensity burns.

Arch. Surg. 62 (1951) 335

EVANS, A.J.: Polyurethane foam in the treatment of burns.

In: Research in burns, p.291, Wallace, A.B., A.W.Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

EVERS, G., K.-F. LINDENAU, H.A. HACKENSELLNER: Vergleichende tierexperimentelle Untersuchungen zur Verwendung von Dreischichtkollagenfolie und homologer gefriergetrockneter Haut als Transplantationsmaterial.

Z. ges. exp. Med. exp. Chir. 2 (1969) 194

FEODOROV, N.A., S.V. SKURKOVICH: Immuntherapy of burn sickness.

In: Research in burns, p.266, Artz, C.P., Ed., Blachwell Scientific Publ., Oxford 1962

GERMAN, J.C., T.E. WOOLEY, B. ACHAUER, D.W. FURNAS, R.H. BARTLETT: Porcine xenograft burn dressing.

Arch. Surg. 104 (1972) 806

GREUER, W.: Eine neue Behandlungsmethode bei Verbrennungen 3. Grades. Vorläufige Mitteilung.

Dtsch. Gesundh.-Wes. 3 (1948) 214

GREUER, W.: Über die Behandlung der Verbrennungskrankheit.

Dtsch. med. Wschr. 1949, 1205

GÜNTHER, H.: Das anatomische Substrat des Verbrennungskollapses.

Zbl. Chir. 1939, 1911

HAFERKAMP, O., H. SCHÄFER, M. HENRIQUES, G. FINGER, F. MARTINEZ, M. YOSHIDA: Experimentelle Untersuchungen zur pathogenen Bedeutung von spezifischen Iso- und Autoantikörpern nach Verbrennung.

Virchows Arch. path. Anat. 337 (1963) 65

HANBACK, L.D., M.S. RITTENBURY: Response of the reticuloendothelial system in thermal injury.

Surg. Forum 16 (1965) 47

HARRISON, H.N., R.B. LINBERG, A.D. MASON: Management of the burn wound: Bacteriological and histological response of excised rat wounds to synthetic skin grafts.

In: Research in burns, p.327, Wallace, A.B., A.W. Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

HARTENBACH, W., F.W. AHNEFELD: Verbrennungsfibel.

Thieme-Verlag, Stuttgart 1967

HAYASHI, S., T. ARUGA: An application of artificial skin for full thickness burns.

In: Research in burns, p.311, Wallace, A.B., A.W. Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

HEPP, G., K. PAULUS: Ein Beitrag zur lokalen Behandlung von Brandwunden.

Fortschr. Med. 86 (1968) 317

HERTZBERG, G.: Die Therapie der Verbrennungen.

Kinderärztl. Prax. 10 (1939) 364

HINSHAW, J.R.: Progressive changes in the depth of burns.

Arch. Surg. 87 (1963) 993

HOLDER, I.A., M. JOGAN: Antigenic components of normal and burned mouse skin.

Experientia (Basel) 26 (1970) 1363

JACKSON, D.: Aclinical study of the use of skin homografts for burns.

Brit. J. Plast. Surg. 7 (1954) 26

JAMES, G.W., O.J. PURNELL, E.I. EVANS: The anemia of thermal injury.

J. clin. Invest. 30 (1951) 181

JEWETT, T.C., W.M. CHARDACK: Temporary closure of a granulating burn wound with a synthetic sponge.

Amer. J. Surg. 106 (1963) 24

KALINA, J., M. JEZEK: The use of xenomaterial for the local burn care.

In: Research in burns, p.287, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

KIRBY, N.G.: Nobecutane in the exposure treatment of burn wounds.

Brit. J. Surg. 56 (1969) 583

KIRSCHBAUM, S.: Quemaduras graves.

Rev. Confed. méd. panamer. 2 (1955) 305

KIRSCHBAUM, S.M., J.H. HERNANDEZ, E. CASTELLANUS U.: The use of amniotic membrane in extensive burns.

Trans. 3. Int. Congr. Plastic Surg. 1964, 152

KLEIN, P.: Behandlung chronischer und akuter Hautverletzungen durch die Epithelzüchtung.

Dtsch. Ärztebl. 8 (1975) 491

KLEN, R.: Preparation of chorion and/or amnion grafts used in burns.

In: Research in burns, p.289, Matter, P. T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs. Hans Huber, Bern 1971

KNAPP, E.: Bakteriologie der Verbrennungswunde im Kindesalter.

Zbl. Chir. 90 (1965) 1117

KÖHNLEIN, H.E.: Die Möglichkeiten der Homoio-, Hetero- und Allotransplantation bei der Behandlung der Schwerstverbrannten.

Hefte zur Unfallheilk. 80, Springer-Verlag, Berlin 1965 a)

KÖHNLEIN, H.E.: Experimentelle Untersuchungen von Notverbänden bei Verbrennungswunden.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 313 (1965 b)) 744

KÖHNLEIN, H.E.: Die lokale Behandlung der Verbrennungswunde beim Kind.

Z. Kinderchir. Suppl. 11 (1972) 269

KÖPP, F.H.: Die Mowlem-Jackson-Plastik.

Chirurg 35 (1964) 171

KÖPP, F.H.: Eigen-Fremdhaut-Plastik nach Mowlem-Jackson bei großflächigen Verbrennungen.

Mschr. Unfallheilk. 75 (1972) 268

KONICKOVA, Z., L. PAVKOVA, J. OLSBAUER: Toxic effect of burned skin extracts and the toxicity of substances isolated from burned patients' urine and sera.

Trans. 4.int.Congr.plast.reconstr.Surg. Rome 1967 (1969) 228

KOSLOWSKI, L., B. URBASCHEK: Zur Frage der immunologischen Umstimmung und der Schutzwirkung von Rekonvaleszentenserum nach Verbrennungen.

Klin. Wschr. 40 (1962) 853

KOSLOWSKI, L., B. URBASCHEK, R. VERSTEYL, P. HAUSMANN, E. SAQUET, H. CHARLIER: Die Bedeutung von Bakterien für die Toxizität verbrannter Haut.

Klin. Wschr. 43 (1965) 743

KOSLOWSKI, L.: Zur Pathophysiologie und Allgemeinbehandlung schwerer Verbrennungen, neuere Einsichten und Erfahrungen.

Chirurg 41 (1970) 385

KOSLOWSKI, L., F. KRAUSE: Spezielle Pathophysiologie der Wärmeschäden.

In: Klinische Pathophysiologie, Siegenthaler, W., Thieme-Verlag, Stuttgart 1970

KRAMER, G.: Die Therapie der Verbrennungen unter den Bedingungen des Laminar-Flow-Systems.

Langenbecks Arch. klin. Chir., Suppl. 1972, 7

KÜHNE, H.H., N. KAISER: Probleme der örtlichen Verbrennungsbehandlung.
Chir. Praxis 14 (1970) 369

LANGOHR, J.L., C.R. OWEN, O. COPE: Bacteriologic study of burn wounds. A comparison of the bacterial flora of burn wounds of patients treated with sulfonamides or penicillin.

Ann. Surg. 125 (1947) 452

LAVENDER, J.J.: Treatment and management of burn cases.

Amer. J. Surg. 45 (1939) 534

LAW, E.J., P. NATHAN, B.C. McMILLAN: Clinical experience with porcine xenografts.

In: Research in burns, p.281, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs.
Hans Huber, Bern 1971

LEE, Y.C.: Early heterografting of partial-thickness burns.

J. Trauma 12 (1972) 818

LEMPERLE, G.: Die Funktion des RES nach schweren Verbrennungen.

In: Verbrennungskrankheit, Müller, F.E., A.B. Wallace, Edrs., Schattauer Verlag, Stuttgart 1969

LEMPERLE, G.: Depression of the reticulo-endothelial system in severely burned patients.

In: Research in burns, p. 208, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs.,
Hans Huber, Bern 1971

LEWIS, S.R., J.B. LYNCH, T.G. BLOCKER, J.E. DOYLE, D.L. LARSON: Evaluation of topical burn therapy over the past 20 years.

In: Research in burns, p.111, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs. Hans Huber, Bern 1971

LILJEDAHL, S.-O., B. OLHAGEN, L.O. PLANTIN, G. BIRKE: Studies on burns: VII. The problem of infection, with special reference to gamma-globulin.

Acta chir. scand. Suppl. 309, Stockholm 1963

LINDNER, J., P. HUBER: Biochemische und morphologische Grundlagen der Wundheilung und ihrer Beeinflussung.

Med. Welt 24 (1973) 897

LINZENMEIER, G.: Bakteriologie der Verbrennung.

In: Verbrennungskrankheit, Müller, F.E., A.B. Wallace, Edrs., Schattauer Verlag, Stuttgart 1969

LÖWEN, C.H.: Die schwere Verbrennung.

Med. Klin. (1949) 736

LORENZETTI, O.J., B. FORTENBERRY, E. BUSBY, R. UBERMAN: Influence of microcrystalline collagen on wound healing.

Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.) 140 (1972) 896

LOWBURY, E.J.L.: Control of infection with gram-negative bacteria in patients at special risk.

Proc. roy. Soc. Med. 64 (1971) 986

MAIER, W.: Eihautüberpflanzung bei Kindern mit ausgedehnten Verbrennugen.

Pädiat. Prax. 4 (1965) 581

MALM, O.J., G.J.M. SLAWIKOWSKI: Evaluation of different types of convalescent burn sera in the rat.

In: Research in burns, p.282, Artz, C.P., Ed., Blackwell Scientific Publ., Oxford 1962

MARTIN, M.M., B.E. BOYER, W.M. CHARDACK, A.P. SANTOMAURO: Synthetic "skin" in lieu of homografts in the treatment of extensive third degree burns further oberservations.

Trans. 3.int.Congr. Plastic Surg. 1964, 163

MATHESON, J.M.: Polyurethane foam as a first aid dressing.

In: Research in burns, p. 303, Wallace, A.B., A.W. Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

McCLURE, R.D.: The treatment of the patient with severe burns.

J. Amer. med. Ass. 113 (1939) 1808

MOSESSON, E., B. NORBERG, H. ROSENQUIST, F. WAHLGREN: On the toxic effect of tannic acid with reference to the treatment of burns.

Acta physiol. scand. 14 (1947) 144

MOYER, C.A.: The treatment of burns.

Surgery 38 (1955) 806

MUIR, I.F.K., D. OWEN, J. MURPHY: Sulfamylon acetate in the treatment of pseudomonas pyocyanea infection of burns.

Brit. J. plast. Surg. 22 (1969) 201

NOVAK, J., Z. ZABORSKY: Über die Leichenhautkonservierung für Homoioplastik bei Brandverletzten.

Zbl. Chir. 89 (1964) 99

OTT, G.: Hautprothesen.

Ergebn. Chir. Orthop. 54 (1970) 45

PENBERTHY, G.C., C.N. WELLER: Treatment of burns.

Amer. J. Surg. 46 (1939) 468

PIERER, H.: Urämische Kadaverhaut in der Behandlung Schwerverbrannter.

Acta chir. austriaca 3 (1971) 167

PIERSON, C., I. FELLER: A reduction of pseudomonas septicemias in burned patients by the immune process.

Surg. Clin. N. Amer. 50 (1970) 1377

PIGEON, J.: Treatment of second-degree burns with amniotic membranes.

Canad. med. Ass. J. 83 (1960) 844

PRICE, W.R., M. WOOD: Treatment of the infected burn with dilute silver nitrate solution.

Amer. J. Surg. 114 (1967) 641

PRUITT, B.A., P.W. CURRERI: The use of homograft and heterograft.

In: Contemorary burn management, p.397, Polk, H.C., H.H. Stone, Little Brown Comp., Boston 1971

PRUITT, B.A., P. SILVERSTEIN: Methods of resurfacing denuded skin areas.

Transplantation Proc. 3 (1971) 1537

RAPPAPORT, I., A.T. PEPINO, W. DIETRICK: Early use of xenografts as a biological dressing in burn trauma.

Amer. J. Surg. 120 (1970) 144

REHN, J.: Deckung von Verbrennungswunden mit Polyurethanschwamm.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 304 (1963) 607

REIDY, J.P.: Burns. II. Skin cover for full-thickness skin loss.

Brit. med. J. 4687 (1950) 1030

RICHARDS, D.W. jr., A. COURNAND: Circulation in shock. Mechanical and vasomotor factors.

Trans. Ass. Amer. Phycns 59 (1944) 111

ROBERTSON, B., G.L. BOYD: The toxemia of severe superficial burns.

J. Lab.clin. Med. 9 (1923) 1

ROBSON, M.C., T.J. KRIZEK: The effect of human amniotic membranes on the bacterial population of infected rat burns.

Ann. Surg. 177 (1973) 144

ROE, C.F.: Evaporative water loss in third degree burns. In: Research in burns, p. 178, Wallace, A.B., A.W. Wilkinson, Edrs., Livingstone, London 1966

ROGERS, B.O., J.M. CONVERSE: Bovine embryo skin zoografts as temporary biologic dressing for burns and other skin defects.

Plast. reconstr. Surg. 22 (1958) 471

SACHS, A.: Active Immunization of burned patients with a new multivalent staphylococcus-pseudomonas vaccine.

Progr. immunobiol. Standard. 5 (1972) 428

SAVIC, M.: Lokale Behandlung der Verbrennungen mit Delmeson-Schaum.

Med. Mschr. 16 (1962) 753

SCHEIBE, G.: Die Amnionübertragung als vorläufiger Hautersatz nach Verbrennungen.

Mschr. Unfallheilk. 69 (1966) 57

SCHMITT, W.: Die Verbrennungskrankheit, neuere Erkenntnisse.

Zbl. Chir. 90 (1965) 1100

SHIRCLIFFE, A.C., P.M. JAMES, J.H. MEREDITH: Technique for obtaining porcine heterografts for use on burned patients.

J. Trauma 14 (1974) 168

SHREERAM, V., H.C. MEYER: Monostarch monophosphate films as dressings for experimental wounds, with emphasis on burns. A preliminary report.

J. int. Coll. Surg. 42 (1964) 12

SHUCK, J.M., J.A. MONCRIEF: Homograft skin for wound coverage.

Arch. Surg. 98 (1969) 472

SHUCK, J.M., B.A. PRUITT, J.A. MONCRIEF: Multiple uses of cadaver homograft skin in burned patients.

In: Research in burns, p. 273, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

SINDARSKI, B., H. BOYADZIEV, B. TONEV, N. ATANASOV, L. MISEVA: Operative treatment of deep thermal burns in childhood with free auto- and homotransplantation of skin.

Chirurgia 25 (1972) 267

SONG, I.C., B.E. BROMBERG, M.P. MOHN, E. KÖHNLEIN: Heterografts as biological dressings for large skin wounds.

Surgery 59 (1966) 576

SONG, I.C., B.E. BROMBERG: Pig skin biological dressings on burn wounds.

In: Research in burns, p.285, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

SPIRA, M., C.W. HALL, J. FISSETTE, S.B. HARDY: A laboratory and clinical investigation of polypeptide laminate nylon velour as a temporary skin substitute.

In: Research in burns, p.162, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

STÄDTLER, K., M. ALLGÖWER, G.A. SCHOENENBERGER: Experimentelle Grundlagen für eine spezifische Differenzierung von Verbrennungs- und Verbrühungstrauma.

Langenbecks Arch. klin. Chir., Suppl. (1972 a)) 11

STÄDTLER, K., M. ALLGÖWER, L.B. CUENI, G.A. SCHOENENBERGER: Pathophysiologische Untersuchungen an einem Verbrennungsmodell der Maus.

Res. exp. Med. 158 (1972 b)) 23

STERN, L.D.: The use of homografts and heterografts in burn management.

In: Research in burns, p.292, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

STINSON, V.: Porcine skin dressings for burns.

American Journal of Nursing 74 (1974) 111

SUTHERLAND, A.B.: Sulfamylon as a burn dressing.

In: Research in burns, p.123, Matter, P., T.L. Barclay, Z. Konicková, Edrs., Hans Huber, Bern 1971

SWITZER, W.E., J.A. MONCRIEF, W. MILLS, S.E. ORDER, R.B. LINBERG: The use of canine heterografts in the therapy of thermal injury.

J. Trauma 6 (1966) 391

THOMSEN, W.: Die Mikroflora der Verbrennungswunden und Probleme der Sepsis im Rahmen der Verbrennungskrankheit.

Zbl. Chir. 98 (1973) 306

WALLACE, A.B.: Treatment of burns - areturn to basic principles.

Brit. J. plast.Surg. 2 (1949) 232

WANKE, M., K.-H. GRÖZINGER: Kollagenfolien als temporärer Hautersatz. Klinische und patho-anatomische Untersuchungen.

Klin. Wschr. 43 (1965) 975

WEEDER, R.S., H.W. BROOKS, A.S. BOYER: Silicone immersion in the care of burns.

Plast. reconstr. Surg. 39 (1967) 256

WEISMAN, P.A.: Microporous surgical tape in wound closure and skin grafting.

Brit. J. plast. Surg. 16 (1963) 379

WOOD, M.-D., H.W. HALE: The use of pigskin in the treatment of thermal burns.

Amer. J. Surg. 124 (1972) 720

ZAROFF, L.I., W. MILLS, J.W. DUCKETT, W.E. SWITZER, J.A. MONCRIEF: Multiple uses of viable cutaneous homografts in the burned patient.

Surgery 59 (1966) 368

Problemstellung:

Ziel der experimentellen Untersuchungen war es, einmal die frühe Vaskularisation zwischen transponiertem Omentum und einem künstlich gesetzten Weichteildefekt darzustellen, um damit einen Beitrag zur Frage der Stieldurchtrennung nach klinischer Omentum-Transposition zu leisten.
Zum Anderen sollte die Verwendbarkeit einer heterologen Omentummembran als temporärer biologischer Verband für eine drittgradige Verbrennungswunde untersucht werden.

Nach Darstellung der Omentumarkaden und ihrer ausreichenden Funktion bei der Blutversorgung eines maximal gestielten Omentum sollten sich die tierexperimentellen Untersuchungen mit einer von KIRICUTA 1973 angegebenen operativen Stielverlängerung beschäftigen und klären, ob diese Methode Vorteile gegenüber der einfachen Skelettierung entlang der großen Kurvatur des Magens für eine effektive zusätzliche Verlängerung bietet.
Wir stellten uns zur Aufgabe, nach der erarbeiteten operativen Technik Weichteildefekte mittels gestielter Omentum-Transposition zu decken und den Vaskularisationszeitpunkt mit dem Wundgrund zu bestimmen. Angiographische Befunde nach Omentum-Transposition am Patienten sollten den tierexperimentellen Ergebnissen gegenübergestellt werden, und es war zu prüfen, inwieweit sich die Ergebnisse vergleichen ließen.

Nachdem eine Konservierungsmöglichkeit für Schweineomenten gefunden war, wollten wir zunächst ihr Verhalten bei Auflage auf einen Hautdefekt untersuchen. Dann galt es, die lokalen

Folgen einer standardisierten drittgradigen Verbrennung kennenzulernen.
Entsprechend der gewonnenen Ergebnisse sollten schließlich Wunden nach drittgradiger Verbrennung mit einer Omentumauflage bedeckt und der Einfluß dieses temporären biologischen Verbandes auf den Heilverlauf tierexperimentell und klinisch untersucht werden.

Sollte sich die Omentummembran als temporärer biologischer Verband der Verbrennungswunde als nützlich erweisen, so interessierte uns die Frage, ob sich über die mechanischen Eigenschaften hinaus auch die immunologische Aktivität nutzen ließe. Zunächst wollten wir feststellen, ob nach intraperitonealer Immunisierung mit den häufigsten Keimen der Verbrennungswunde eine milky-spot-Vermehrung zu beobachten ist. Und schließlich sollte der Nachweis neu gebildeter spezifischer Antikörper erbracht werden.

Die chirurgischen Versuche wurden an Kaninchen in Nembutal^{R}-Narkose (50 mg/Kg Körpergewicht) durchgeführt.
Wegen der vorgesehenen angiographischen Untersuchungen sei kurz auf die Gefäßverhältnisse des Kaninchenomentum eingegangen:
Arteriae hepatica und lienalis aus dem Truncus coeliacus geben die Arteria gastro-epiploica dextra bzw. sinistra ab. Die aus ihnen gebildete gastro-epiploische Arkade liegt beim Kaninchen in der Magenwand im Bereich der großen Kurvatur. Hier austretende Gefäße versorgen, untereinander zu zahlreichen kleineren Arkaden verbunden, das Omentum.
In manchen Fällen können über die Coloninsertion eintretende feinste Gefäße beobachtet werden.

Die Omentumarkaden der Rami epiploici werden aus Ästen der Aa. gastro-epiploicae dextra et sinistra gebildet.
Wenn sie beim Kaninchen wie beim Menschen Kollateralen untereinander bilden, so muß Kontrastmittel, das nur in die A. gastro-epiploica sinistra gelangt, nach Passage der Omentumarterien im proximalen Abschnitt der A. gastro-epiploica dextra erscheinen.

Material und Methodik:

An 5 Kaninchen wurde ein Katheter über den Tr. coeliacus in die A. lienalis gelegt und eingebunden. Die A. hepatica communis und der Tr. coeliacus wurden ligiert, die A. gastro-epiploica dextra durchtrennt und ihr distaler Stumpf abgeklemmt. Unter physiologischem Druck wurde das Omentum über die A. gastro-epiploica sinistra mit einer 10 %igen

Tuschelösung (Körnchengröße 1/2 µ) mit 1 %igem Heparinzusatz (Thrombophob^{R}, 5000 I.E. Heparin/ml) perfundiert. Durch Öffnen der Klemme bestand ein ungehinderter retrograder Abfluß aus der A. gastro-epiploica dextra.

Ergebnis:

In allen Fällen stellten sich sämtliche Omentumarkaden mit Tusche gefüllt dar. Darüberhinaus fiel ein überraschend großer Gefäßreichtum auf durch die Füllung vorher nicht sichtbarer Kapillaren und arterieller Nebenschlüsse.

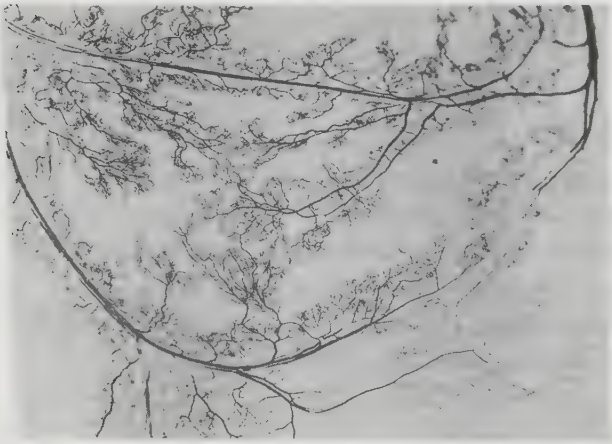

Abb. 25 Gefäßarchitektur des Kaninchenomentum (Tuschefüllung, Vergr. 3,2-fach).

Die Omentumarterien und -kapillaren bilden also infolge ihrer arkadenförmigen Anordnung und ihrer arteriellen Shunts (Wundernetze) untereinander Kollateralverbindungen.

Es war nun zu klären, ob diese Gefäßarkaden eine ausreichende Blutversorgung des Omentum majus nur über die A. gastro-epiploica sinistra, d.h. nach maximaler Stielung erhalten bleibt.

Material und Methodik:

An 10 Tieren wurde eine operative Stielung des Omentum vorgenommen. Nach Ligatur und Durchtrennung der das Omentum versorgenden Äste der Aa. gastro-epiploicae dextra et sinistra bei ihrem Austritt aus der Magenwand, erfolgte die Lösung der Coloninsertion und, falls notwendig, die Unterbindung und Durchtrennung von hier in manchen Fällen eintretenden Gefäßen. Danach wurde das Omentum nur noch aus Ästen der A. lienalis und A. gastro-epiploica sinistra versorgt.
Zur Kontrolle einer ausreichenden Durchblutung wurde das gestielte Organ bei 5 Tieren außerhalb der Bauchhöhle in warmen und angefeuchteten Tüchern ausgebreitet und über 3 Stunden eine mögliche Veränderung der Zirkulation beobachtet.
Bei 5 weiteren Tieren wurde es in der Bauchhöhle belassen und sein Zustand jeweils nach 3, 8 und 13 Tagen in erneuten Laparotomien überprüft.

Ergebnis:

Während 3 Stunden kontinuierlicher Beobachtung änderte sich an den Durchblutungsverhältnissen der außerhalb der Bauchhöhle ausgebreiteten, maximal gestielten Omenta makroskopisch nichts. Anzeichen für ischämische Bezirke waren nicht feststellbar.
Die in der Bauchhöhle belassenen Omenten zeigten bei ihrer Inspektion, zunehmend bis zum 13. Tag mit einzelnen peripheren Anteilen stumpf lösbare Adhäsionen mit Colon und

Bauchwand. Einige minderdurchblutete periphere Omentumabschnitte zeigten eine bindegewebige Umwandlung. In keinem Fall waren nekrotische Bezirke nachweisbar. Die übrigen großflächigen Omentumanteile waren nach 13 Tagen gut durchblutet und in ihrer Struktur makroskopisch erhalten.
Es hat sich gezeigt, daß nach maximaler Stielung eine Durchblutung des Omentum ohne nachteilige Auswirkung bestehen bleibt.

Die von KIRICUTA 1973 angegebene Methode zur Stielverlängerung bei gleichzeitig verbesserter Durchblutung unter Mobilisierung eines Muskularisstreifens im Bereich der Ansatzstelle des Omentum an der großen Kurvatur haben wir mit unserer Methode der Stielung verglichen.

Material und Methodik:

Die hierzu verwendeten 5 Tiere wurden Tage vor dem Eingriff nur flüssig ernährt. Eine anfänglich durchgeführte Unterspritzung der Tunica muscularis erwies sich nicht als notwendig, da sie sich stumpf leicht von den darunterliegenden Schichten abpräparieren läßt.
Nach Ligatur der A. gastro-epiploica dextra wurde ein ca.7 mm breiter Streifen der Tunica muscularis des Magens entlang des Omentumansatzes einschließlich des Eintrittes der A. gastroepiploica sinistra in die Muscularis isoliert. Das Omentum hatte jetzt keinerlei Verbindung mehr mit dem Magen. Der Verschluß der Magenwunde erfolgte durch eine fortlaufende Naht mit 3-0 Catgut, darüber wurden Einzelknopfnähte mit 2-0 Seide gelegt. Das gestielte Omentum wurde in der Bauchhöhle belassen.

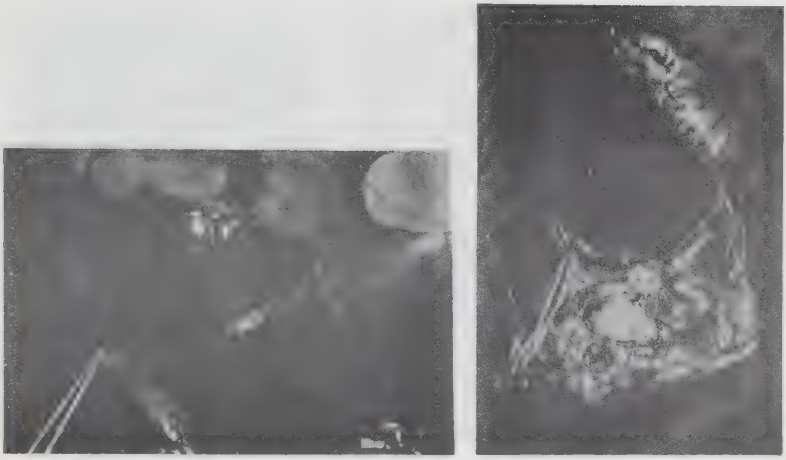

Abb. 26 a) u. b) Stielung des Omentum nach KIRICUTA (1973)

Ergebnis:

Bei allen Tieren wurde bei einer Relaparotomie am 3. Tag nach Operation das Omentum gut durchblutet vorgefunden. Der Muskularisstreifen war in 3 Fällen mit der Umgebung verwachsen. Ein Tier kam einen Tag nach der Operation ad exitum, bei ihm wurde eine Insuffizienz der Magennaht festgestellt. Ein weiteres Tier verweigerte nach der Operation die Nahrungsaufnahme und starb 4 Tage p.op. . Eine Sektion ergab keinen Hinweis auf die Ursache.
Diese Methode hat sich also operationstechnisch als möglich erwiesen. Sie stellt allerdings einen unnötig großen Eingriff dar und erscheint im Vergleich mit der von uns angewendeten Technik nicht sinnvoll, da bereits eine Skelettierung entlang der großen Kurvatur ohne Mitnahme der Muskularis eine aus-

reichende Blutversorgung des Omentum gewährleistet. Nach unseren Untersuchungen an Kaninchen ergibt die von KIRICUTA angegebene Methode keine zusätzliche Stielverlängerung.

Nachdem die ausreichende Blutversorgung nach Stielung als Vorbedingung für eine erfolgreiche Transposition erfüllt war, konnten in einer Versuchsreihe mit 40 Kaninchen jetzt die Untersuchungen zur Bestimmung des Vaskularisationszeitpunktes zwischen einem Weichteildefekt und gestielt transponiertem Omentum vorgenommen werden.

Material und Methodik:

a) Technik der operativen Deckung eines Weichteildefektes:

Nach Ligatur und Durchtrennung vereinzelter vom Colon ins hintere Blatt des Omentum eindringender Gefäße und Lösung an der Coloninsertion erfolgte die Stielung durch Ligatur der das Omentum versorgenden Abgänge der Vasa gastro-epiploicae und Durchtrennung des vorderen Omentalblattes entlang der großen Kurvatur. Zur Schaffung eines Weichteildefektes wurde unterhalb des Rippenbogens rasierte Haut angehoben, mit einem Scherenschlag ein runder Hautbezirk von ca. 6 cm Durchmesser entfernt und die freiliegende Muskulatur nach stumpfem Abtragen der Faszie skarifiziert. Die Blutstillung erfolgte durch Kompression.

Abb. 27 a)-c) Stielung des Omentum bis zur A. gastro-epiploica sinistra und Transposition auf einen Weichteildefekt.

In topographischer Nähe des unteren Milzpoles wurde die Muskulatur von außen stumpf gespalten, das darunterliegende Peritoneum in 1,5 cm Länge durchtrennt und seine scharfen Ränder abgetragen. Durch diese Öffnung konnte das Omentum unter Vermeidung einer Torquierung oder Knickung aus der

Bauchhöhle herausgeführt und mit ihm der Flankendefekt ausgefüllt werden. Am Wundrand wurde es mit Gewebekleber (Histoacryl ^{R}) fixiert. Es folgten eine Branolindauflage und nach allschichtigem Verschluß der Laparatomiewunde mit O Mersilene ein zirkulärer Mullverband und eine elastische Binde.

b) Vaskularisationsnachweis:

Zur groben Orientierung über den Zeitpunkt eines Gefäßanschlusses zwischen Wundgrund und transponiertem Omentum haben wir bei 3 Kaninchen am 15. Tag p.op. eine Tuscheperfusion durchgeführt.

Material und Methodik:

Es wurde ein allschichtiges Viereck, das den gedeckten Wundgrund enthielt, aus der Flanke herausgeschnitten, sodaß die Gefäße des Omentumstiels die einzige Verbindung zum Kreislauf des Tieres darstellten. Über einen Katheter im Truncus coeliacus wurde Tuschelösung unter einem Druck von 110 mm Hg injiziert.

Ergebnis:

Die Gefäße des Omentumstiels füllten sich sofort, und die Tusche trat binnen 20 Sekunden punktförmig an allen Seiten an den Schnittflächen der herausgetrennten Bauchwand aus. Es müssen sich innerhalb dieser 15 Tage zwischen Wundgrund und gestielter Omentumauflage zahlreiche neue Gefäßverbindungen ausgebildet haben.

Zur weiteren Einengung des Vaskularisationszeitpunktes wurden am 10., 8., 6. und 4. Tag an je 4 Kaninchen ebenfalls Tuscheperfusionen durchgeführt. Bei den Tieren vom 10. Tag p.op.

erschien die Tusche wie am 15. Tag gleichmäßig an allen Schnittflächen, am 8., und weniger noch am 6. Tag, trat sie nur an vereinzelten Stellen aus. Am 4. Tag war kein Tuscheaustritt an den Schnittflächen zu beobachten, hier färbte sich lediglich das Omentum grau-schwarz an.
Mit der von uns verwendeten indirekten Methode konnte nachgewiesen werden, daß am 6. Tag nach Transposition Gefäßverbindungen zwischen Wundgrund und Transponat bestehen, die die Passage korpuskulärer Tuschepartikel erlaubten. Ihr Kaliber mußte mindestens 1/2 µ betragen. Der Nachweis von evtl. schon vorher entstandenen Gefäßanastomosen war mittels Tuscheperfusion nicht möglich. Zu ihrem Ausschluß oder der direkten Darstellung der Gefäßverbindungen wendeten wir die Methode der Mikroangiographie an.

Material und Methodik:

Die Mikroangiographie dient der röntgenologischen Darstellung von Gefäßverläufen und Vaskularisationsprozessen in Gewebsverbänden. Mit ihr wird ein Einblick in die Blutendstrombahn möglich. Wir verwendeten die von BELLMAN und ENGSTRÖM (1952) angegebene und von HERZOG (1957) modifizierte Methode. Die zu untersuchenden Gewebe werden unter physiologischen Bedingungen (Blutdruck, Temperatur) blutleer gespült und anschließend mit einem Kontrastmittel perfundiert. Als Röntgenröhre wurde eine abgeschmolzene Feinstfokusröhre nach BEITZ - HOSEMANN (FT 5o/112 W, AEG - Telefunken) mit Wolframanode und Strichfokus (24 kV und 11,5 mA, Wellenlänge 0,5-2 Å) verwendet. Die aus der Röhre austretenden Elektronenstrahlen werden zu einem 8 mm breiten und 40 µ dicken Strahl gebündelt. Zur Begrenzung des Strichfokus dient eine variable Spaltblende. Im Strahlengang der Röhre befindet

sich eine zur Vertikalebene der Anodenfläche um 6 Grad gedrehte optische Bank, auf der in definiertem Abstand Präparat- und Filmplattenhalterung angebracht sind (FLEISCHER 1974).

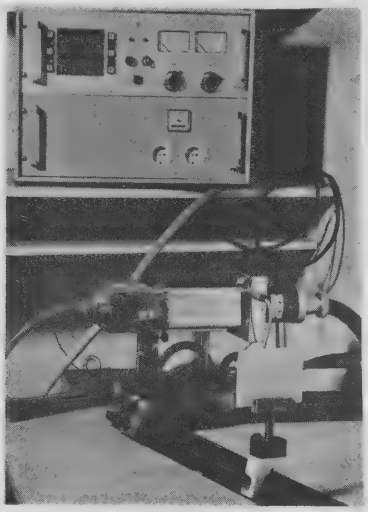

Abb. 28 Anordnung der Röntgenapparatur zur Mikroangiographie

Die geeignete Wahl von Spaltbreite (10 µ), Fokus-Präparat- (70 mm) und Anoden-Film-Abstand (490 mm) ermöglichen zusammen mit der gedrehten Anordnung im Strahlengang eine primäre 7-fache Vergrößerung des Präparates auf der Fotoplatte. Die in Paraffin eingebetteten Präparate waren 2 mm dick. Mit dem hohen Auflösungsvermögen der Apparatur konnten bei Verwendung eines stark röntgenempfindlichen Filmmaterials (Scientia 3-D-56, Agfa Gevaert) Gefäße mit einem Durchmesser von 8 - 10 µ dargestellt werden. Der sehr feinkörnige Film erfordert lange Belichtungszeiten von 210 min. Die Bilder wurden

in der üblichen Weise entwickelt.

Zum Nachweis der Vaskularisation zwischen Omentum und Wundgrund wurden je 7 Tiere am 4., 6. und 10. Tag nach Omentum-Transposition mit Kontrastmittel perfundiert. Nach i.v. Applikation von Liquemin^{R} (2500 I.E. Heparin/ kg KG) wurde ein Katheter in die Aorta abdominalis eingelegt, hepatektomiert, die A.hepatica ligiert und die V.porta abgeklemmt. V.cava superior und V.cava inferior wurden abgeklemmt und durchtrennt. Zunächst erfolgte die Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung unter Zusatz von 5000 I.E. Heparin/ l bei 37^{o} C und einem Druck von 110 mm Hg. Um einen Abfluß für Blut und Spülflüssigkeit zu ermöglichen, wurden die Klemmen von Zeit zu Zeit gelöst und sobald die Kochsalzlösung wasserklar abfloß, nach Heraustrennen des die gedeckte Wunde enthaltenden Flankenstückes, die Perfusion mit 2 %iger Bariumsulfatlösung in 0,9 %iger NaCl-Lösung (Körnchengröße ca. 1 µ, 5000 I.E. Heparin/ l, 37^{o} C, 110 mm Hg) begonnen.

Die zuführenden Omentumgefäße stellten sich sofort weiß dar. Bis zur prallen Füllung aller sichtbaren Abdominalgefäße wurde durchschnittlich mit 1500 ml Kontrastmittellösung in 40 Minuten perfundiert. Anschließend wurde der Omentumstiel ligiert und durchtrennt. Nach 5-tägiger Fixierung in 5 %iger Formalinlösung wurden schmale Gesamtquerschnitte aus dem Gewebe hergestellt, in Paraffin eingebettet und zu 2 mm dicken Platten zugeschnitten. Anschließend wurde mikroangiographiert.

Ergebnis:

In den Mikroangiogrammen vom 4.postoperativen Tag lassen sich keine eindeutigen Gefäßverbindungen zwischen Omentumauflage und dem Wundgrund nachweisen. Zur zusätzlichen Kontrolle wurden Perfusionen am 4. Tag bei in der Flanke

erhaltenem Wundbereich durchgeführt. Omentum- und Muskelgefäße stellen sich in diesen Mikroangiogrammen gleichmäßig dar, auch sie lassen jedoch keine Aussage über eine Vaskularisation untereinander zu.

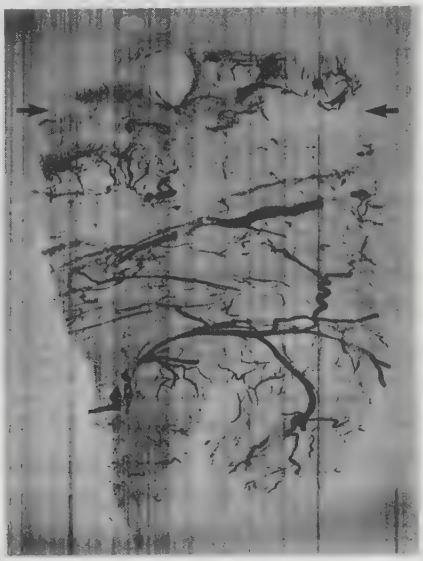

Abb. 29 Mikroangiogramm vom 4. Tag p.op. mit in der Flanke belassenem Wundbereich. (Vergr. 1 : 12,6)

Am 6. Tag zeigen sich vereinzelt zarte Gefäßverbindungen, die von dilatierten Gefäßen der Auflage ausgehen. Entsprechend stellen sich die Gefäße der darunterliegenden Muskulatur wenig mit Kontrastmittel gefüllt dar.

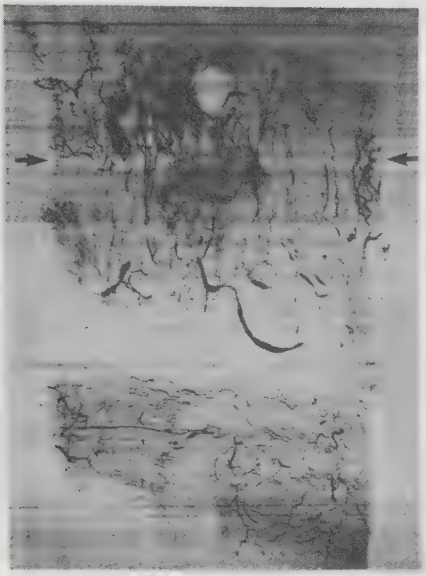

Abb. 30 Mikroangiogramm vom 6. Tag p.op. mit herausgetrenntem Wundbereich (Vergr. 1 : 12,6).

Eine stärkere Füllung einzelner größerer Muskelgefäße, wie sie trotz herausgetrenntem Wundbereich in manchen Mikroangiogrammen zu sehen waren, kann nur über neugebildete Abgänge des gefäßführenden Omentumstiels bei seinem Durchtritt durch die Muskelschichten erfolgt sein.

Am 10. Tag sind zahlreiche Gefäßverbindungen unterschiedlichen Kalibers deutlich erkennbar.

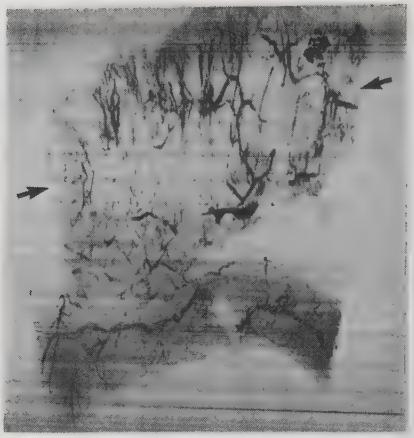

Abb. 31 Mikroangiogramm vom 10. Tag p.op. mit herausgetrenntem Wundbereich (Vergr. 1 : 12,6).

Histologie:

Die Omentumauflage findet sich als ein zunächst vorspringender, dann flacher mit Schorf bedeckter Gewebsbuckel.

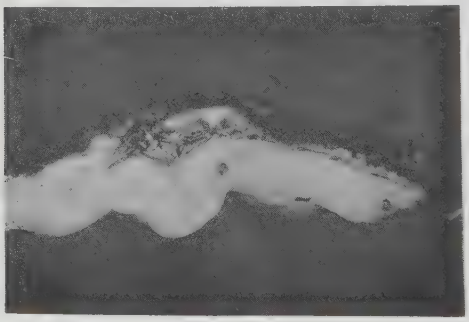

Abb. 32 Gesamtquerschnitt durch die Abdominalwand mit transponiertem Omentum und Wundgrund.

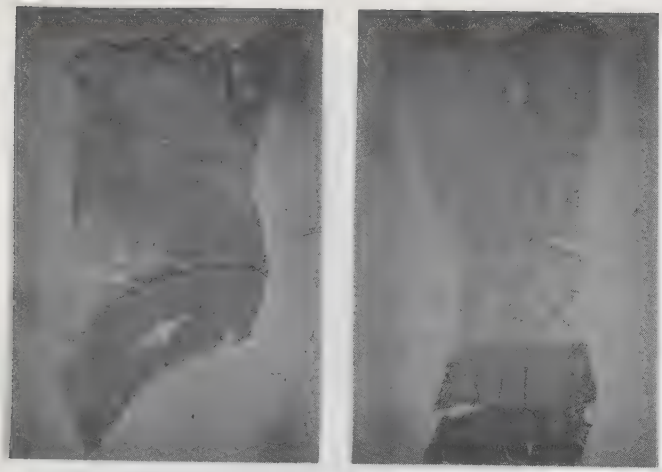

Abb. 33 a) u. b) Histologisches Bild der Querschnitte durch die Abdominalwand mit transponiertem Omentum und Wundgrund vom 6. Tag p.op. a) v. GIESON -, b) MASSON-Färbung. (Vergr. 7,7 - fach).

In den den Mikroangiogrammen entsprechenden histologischen Präparaten findet sich über der Muskulatur infolge der anfänglich starken Fibrinexsudation ein ausgedehntes, typisches junges Organisationsgewebe. Spezifische Omentumstrukturen sind hierin nicht mehr erkennbar nach ca. 1 Woche. Im Organisationsgewebe finden sich zahlreiche, mit Kontrastmittel gefüllte feine Gefäße. Daneben auftretende größere Gefäße müssen wegen ihrer Wanddicke erhaltene Omentumgefäße sein. In der Muskulatur sind wie auch in den Mikroangiogrammen weniger gefüllte Gefäße zu erkennen.

Gleichzeitig mit den in diesem experimentellen Abschnitt dargestellten Untersuchungen sind in der Chirurgischen Klinik bei Patienten zur Deckung großflächiger Defekte Omentum-Transpositionen durchgeführt worden. Die in den experimentellen Voruntersuchungen gewonnenen Ergebnisse konnten dabei voll bestätigt werden.

Das Omentum eignet sich vorzüglich als plastisches Deckmaterial zur Auffüllung großflächiger Defekte im Bereich des Thorax, des Halses und kann in Extremfällen auch zur Deckung von Defekten in der Inguinalgegend und im Bereich der oberen Extremität herangezogen werden. Die gute Durchblutung macht das Omentum zu einem idealen Matrixmaterial, das dann sekundär mit Spalthaut gedeckt werden kann.

Um die Fragen der Vaskularisation und des Gefäßanschlusses an das Wundbett auch klinisch zu prüfen, ist im Anschluß an die experimentellen Untersuchungen jeweils eine Angiographie nach klinischer Omentum-Transposition vorgenommen worden. Die Ergebnisse seien hier an 2 Patienten dokumentiert:

Patientin G. D., 45 Jahre alt, Aufnahme-Nr. 1491935:

Bei der Patientin war 1964 wegen eines Mamma-Karzinoms eine Ablatio mammae durchgeführt worden. Im Anschluß an die Nachbestrahlung kam es zu einem bei der Aufnahme handtellergroßen Ulcus mit freiliegenden Rippen.

In einer ersten Sitzung wurde ein geschädigter Gesamtbezirk von 12 x 20 cm exzidiert und drei Rippen entfernt, die wegen chronischer Osteomyelitis pathologisch verändert waren.

Nach vollständiger Reinigung lagen die Pleura parietalis, sowie partiell die Pleura visceralis frei. Das Omentum majus wurde

aus der Bauchhöhle in den Wunddefekt transponiert.

Abb. 34 Coeliacographie mit Darstellung der Rami epiploici 4 Wochen nach Omentum-Transposition auf einen Thoraxwanddefekt.

Eine Coeliacographie über einen DUCOR-KOBRA-Katheter mit Darstellung der Rami epiploici in der 4. postoperativen Woche bewies die gute Vaskularisation des Transponats. Darüber hinaus zeigte sich eine geringe Raffung der großen Kurvatur des Magens.
Später wurde das geschrumpfte Omentum-Transponat mit Spalthaut gedeckt.

Patient L.H., 56 Jahre alt, Aufnahme-Nr. 128918:

Bei dem Patienten war 1969 ein Sarkom aus der Muskulatur des rechten Oberarmes exstirpiert worden. In den folgenden Jahren mußte wegen Lokalrezidivs im Ellenbogenbereich mehrmals nachreseziert und bestrahlt werden.
Bei der Aufnahme zeigte sich ein handtellergroßes Strahlenulcus mit freiliegender Muskulatur.
Nach großzügigster Exzision des Wundbereichs lag die Vorderseite des Humerus zur Hälfte frei. Dieser Defekt wurde mit einem aus der Bauchhöhle direkt transponierten Omentum gefüllt.
Eine angiographische Untersuchung wurde 6 Wochen p.op. über eine superselektive Katheterisierung der A.gastroduodenalis über den Tr.coeliacus mit einem DUCOR-KOBRA-Katheter, sowie der A.axillaris über die linke A. femoralis mit einem HEAD-HUNTER-Katheter durchgeführt:
A. gastroduodenalis und Vasa gastro-epiploicae waren nach rechts in Richtung auf den fixierten Arm verzogen. Ferner waren zahlreiche, regelrecht weite, periphere Äste der Vasa gastro-epiploicae nachweisbar, die in den transponierten Omentumanteil zogen und bis zur Humerusgegend zu verfolgen waren. Der deutliche Abfluß des Kontrastmittels erfolgte über Vv. brachialis und axillaris (s. Pfeil).

Bei der selektiven Katherisierung der A.axillaris stellte sich neben den Oberarmarterien die bei gebeugtem Arm geschlängelt verlaufende A.brachialis dar.
Die peripheren Verzweigungen im Ellenbogenbereich zeigten in das Transponat aussprossende Gefäße, die bereits an dessen Versorgung beteiligt schienen.

Abb. 35 a) Omentum-Transposition auf einen Weichteildefekt am Arm, b) Coeliacographie 6 Wochen p.op. mit Darstellung der Rami epiploici und von venösem Abfluß des Kontrastmittels über Armvenen (s. Pfeil).

Die Durchtrennung des Stiels erfolgte 42 Tage nach Transposition, 4 Wochen später wurde mit Spalthaut gedeckt. Trotz großzügigster Ausräumung trat ein weiteres Rezidiv auf, eine Exartikulation des rechten Armes war schließlich erforderlich.

Die Angiographien bei zwei weiteren Patienten, bei denen Defekte im Thoraxbereich mittels Omentum-Transposition gedeckt worden waren, bestätigen die geschilderten Befunde. Auf eine Wiedergabe aller Angiographien wurde deshalb verzichtet.

Ergebnis:

Aus den angiographischen Untersuchungen lassen sich folgende Befunde ableiten:

1. Noch nach 6 Wochen sind die epiploischen Gefäße voll durchgängig, zu Gefäßabbrüchen und Thrombosen ist es nicht gekommen. Zur Thromboseprophylaxe erhielten die Patienten postoperativ Acetylsalicylsäure (Colfarit ^{R}).
2. Bei dem Patienten L. ist schon nach kurzer Zeit eine starke Füllung der Armvenen über die epiploischen Gefäße zu sehen. Es ist also anzunehmen, daß noch nach 6 Wochen die epiploischen Gefäße vom Abdominalraum zum Arm hin einen hohen Flow aufweisen.
3. Die Beobachtung der extrem starken Schrumpfung des Omentum majus konnte auch bei diesen Patienten und bei den experimentellen Untersuchungen immer wieder bestätigt werden. Dennoch kommt es offensichtlich bei der starken Verringerung der Omentaloberfläche nicht zu einer Abknickung oder einem Verschluß der Gefäße. Die Durchblutung bleibt auch über Monate voll erhalten.

War die gute Vaskularisation des Omentum die Voraussetzung für die experimentellen und klinischen Untersuchungen der verschiedenen Modifikationen der Transposition, so sollten die im Folgenden beschriebenen Experimente die weiteren physiologischen Eigenschaften des Omentum im Hinblick auf die Behandlung von Verbrennungen schildern.

Um die Frage der Omentum-Transplantation experimentell angehen zu können, galt es zunächst die Probleme der Konservierung von Omentalgewebe zu klären.
Sterile Schweineomenten, die routinemäßig in der gleichen Abteilung entnommen werden konnten, wurden in Elektrolyt-Grundlösung gewaschen und in EAGLE-Basalmedium (vergl. Science 122 (1955) 501) unter Zusatz von 50.000 I.E. Penicillin pro 500 ml bei 4° C gelagert. Der Umschlag eines Farbindikators sollte pH-Verschiebungen anzeigen.

Es zeigte sich, daß bei 36 Konservierungsversuchen 32 auch nach einer Konservierungszeit von 6 Wochen völlig keimfrei waren. In 4 Fällen ließen Trübung und Farbveränderung auf Bakterienwachstum schließen.

Nach diesen Vorbereitungen standen für Transplantationsuntersuchungen ständig konservierte, sterile Schweineomenten zur Verfügung.

Als erste Frage war zu klären, wie sich eine heterologe Omentumauflage auf einem oberflächlichen Hautdefekt verhält.

Material und Methodik:

An 6 Kaninchen wurde beidseits der Wirbelsäule je ein 1,5 x 6 cm großer Cutisstreifen abpräpariert. Infolge der großen Verschieblichkeit der Kaninchenhaut entstanden Defekte von durchschnittlich 15 cm^2 Größe, die mit Schweineomentum gedeckt wurden. Der abschließende Verband bestand aus Adaptic-Auflage, Mull und elastischer Binde.

Ergebnis:

Wegen der starken Verklebung der Adaptic-Auflage mit dem Omentum war ein Verbandwechsel erst ab dem 6. - 8. Tag sinnvoll. Hierbei stellte sich das Omentum als elastische Membran erhalten dar. Bei 4 der 12 Hautdefekte traten Infektionen auf, wobei die Omentummembran auf der feuchtnassen Wundfläche in Auflösung begriffen war. Am 12. - 14. Tag war bei den nicht infizierten Wunden die Auflage vertrocknet und in Schollen mit dem Wundgrund fest verklebt. Bis zum 22. Tag ließ sie sich in bröckligen Stücken ablösen oder fiel in Schuppen ab. Bei den nicht infizierten Wunden stellte die vertrocknete, schorfige Omentumauflage für den darunterliegenden, epithelisierenden Wundgrund einen Schutz gegen mechanische Einwirkung dar. Bis zu ihrer endgültigen Ablösung war der Wundgrund gut verheilt. Bei auftretenden Infektionen wird ein schützender Effekt nicht erreicht, da sich die Omentummembran auflöst.

Ziel der Untersuchungen sollte sein, die biologischen Eigenschaften des Omentum im Hinblick auf eine Therapiemöglichkeit bei Verbrennungen zu prüfen. Aus diesem Grunde sollten zunächst die lokalen Veränderungen als Folge einer standardisierten drittgradigen Verbrennung ohne Nekrosenabtragung beobachtet werden.

Material und Methodik:

Zur Erzeugung standardisierter drittgradiger Verbrennungen wurde ein elektrisch beheizbarer Verbrennungsstempel verwendet.

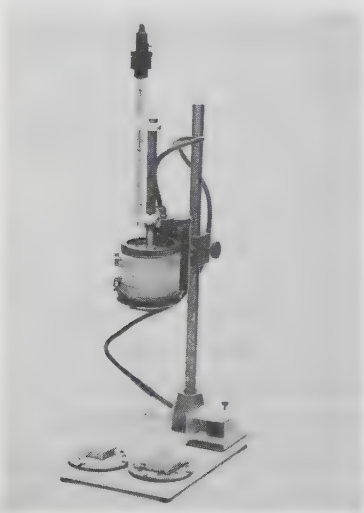

Abb. 36 Verbrennungsstempel
(Konstruiert und modifiziert nach pers. Angaben von STÄDTLER u. Mitarb. (1973), Biologisch-Chemisches Forschungslaboratorium der Chir. - und Med. - Universitätsklinik Bürgerspital Basel).

In einem geschlossenen, mit Asbestplatten ausgefüllten Metallzylinder, der auch nach außen mit einem Asbestmantel isoliert ist, wird ein Heizelement betrieben. Es handelt sich um eine 300 Watt leistende Lötkolbenheizpatrone, deren Wärmeenergie über einen festverlöteten Kupferdorn und eine Kupferplatte auf die Unterseite des Metallzylinders weitergeleitet wird. Gleichbleibend hohe Temperatur wird durch ein Kontakt- und Regelthermometer (Typ JUMO MS 121, 0 - 500° C) in Verbindung mit einem Kontaktschutzrelais (KSR 3, Typ ZU 10 SW, beides Fa. Juchheim, Koblenz) gewährleistet. An der Unterseite des beheizten Zylinders können Metallplatten verschiedener Größe je nach benötigter Verbrennungsfläche ausgewechselt werden. Die reale Verbrennungstemperatur wird an ihrer Oberfläche aus V-2-A-Stahl mit einem zusätzlich benötigten Sekundenthermometer kontrolliert. Mit dem Überwinden des Widerstandes einer in die Zylinderhalterung eingebauten Feder und ihrer Kompression bis zum Anschlag läßt sich ein konstanter Anpressdruck während der Verbrennung erreichen.
Nach Rasur mit einem elektrischen Scherapparat wurde bei 5 Kaninchen an beiden Hinterkeulen mit 250° C für 15 sec. eine je 36 cm^2 große Verbrennung gesetzt.

Ergebnis:

Kurz nach der Hitzeeinwirkung stellt sich die verbrannte Fläche als ein derber, lederartiger, in toto verschieblicher brauner Bezirk dar. Das Hautareal schrumpft während der Verbrennung, sodaß unmittelbar angrenzende, 3 bis 4 mm breite Randbezirke in geringerem Ausmaß mitgeschädigt sind. Bei den nicht weiterbehandelten Tieren kam es ab dem 3. bis 4. Tag vom Rand her zu einer Demarkierung der Nekrose.

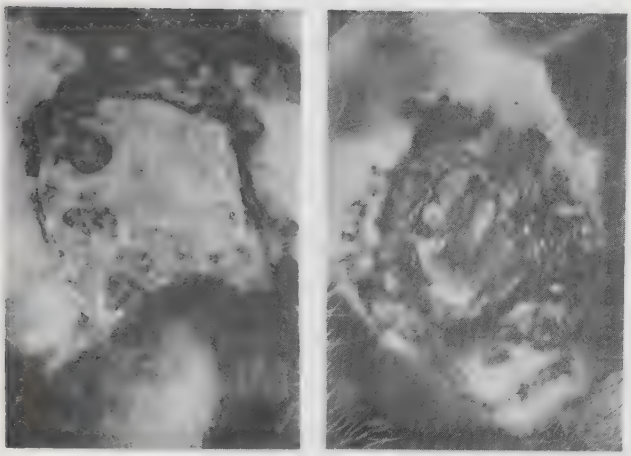

Abb. 37 a) u. b) Hautoberfläche des Kaninchen a) sofort, b) 3 Wochen nach Verbrennung.

Das devitale, trockene Gewebe wölbte sich in den folgenden Tagen ringsum, zur Mitte hin zunehmend auf und fiel am 18. bis 20. Tag ab. Die jetzt kraterförmigen Defekte waren im Bereich von angetrocknetem Wundschorf hart, höckrig und zerklüftet. Nässende Bereiche traten vor allem in der Mitte auf und waren vorwiegend mit Staphylococcus aureus infiziert. Bis zum 32. Tag trockneten die infizierten Bereiche aus, der Wundschorf wurde dicker und in seiner Oberfläche bröcklig. Die Wunden verkleinerten sich vom Rand her durch die ein-

setzende Epithelisierung und waren am 40. bis 45. Tag vollständig verschlossen.
Diese Versuchsreihe ohne Nekrosenabtragung zeigte bei allen 10 Verbrennungsdefekten trotz bestehender Infektionen eine gute Heilungstendenz.

Die Frage nach dem Effekt einer temporären Wundabdeckung nach Abtragen der Nekrosen wurde in einer neuen Versuchsreihe untersucht. Es sollte geprüft werden, ob eine freie heterologe Omentumauflage als biologischer Verband eine schützende Barriere für den Wundgrund darstellen kann.

Material und Methodik:

Sechs Kaninchen wurden an beiden Hinterkeulen in einer Ausdehnung von 72 cm^2 in der beschriebenen Weise verbrannt und die Nekrosen operativ entfernt. Die Exzision erwies sich 24 Stunden nach Verbrennung als am günstigsten, da das sich zurückbildende Ödem zu diesem Zeitpunkt noch eine Abgrenzung zwischen vitalem und devitalem Gewebe zuließ, ohne dabei das operative Vorgehen zu beeinträchtigen. Mit der Exzision entstand infolge der Verschieblichkeit der Kaninchenhaut ein klaffender Wunddefekt, etwa doppelt so groß wie die abgetragene Nekrose. Danach folgte das Aufbringen der Omentummembran auf den nicht blutenden Wundgrund.
Als Abdeckung wurden über eine Adaptic-Auflage eine Lage Mull und eine elastische Binde gelegt.
Unter Vorstellung, die biologische Auflage durch Feuchtigkeit elastisch zu erhalten, wurde bei 3 Tieren täglich sterile

Kochsalzlösung über eine Kanüle durch die elastische Binde hindurch in die Mullage injiziert. Die oberen Verbandschichten blieben dabei trocken.

Ergebnis:

In keinem Fall der so behandelten Tiere konnte mit der Omentumauflage die angestrebte Barriere für den Wundgrund erreicht werden.
Die feucht gehaltenen Verbände liessen sich am 6. Tag in den meisten Fällen unverklebt von der Omentumauflage lösen.
Das darunter aufgeweichte Wundgebiet aber zeigte weißlich-schmierige unterschiedlich große Beläge aus Omentum- und Wundanteilen. Die restlichen Omentumstrukturen liessen sich mit den Belägen abwischen. Abstriche ergaben bei allen Wunden Infektionen mit Staphylococcus aureus, vergrünenden Streptococcen und Pseudomonas aeruginosa, besonders ausgeprägt in Wundtaschen am Rande.
Unter den trockenen Verbänden zeigte sich das Omentum feucht und als elastische Membran erhalten.

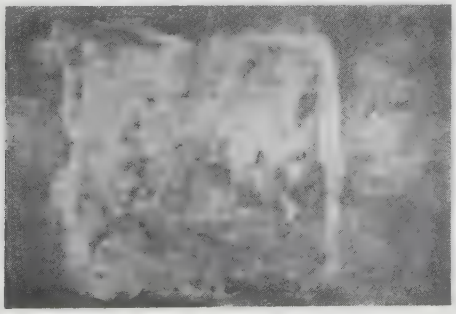

Abb. 38 Omentumauflage unter feucht gehaltenem Verband, 1 Woche nach dem Aufbringen.

In den meisten Fällen war es jedoch mit Verbandanteilen fest verklebt, sodaß bei der Entfernung des Verbandes das Omentum mit abgezogen wurde. Der freiliegende Wundgrund wies kleine nekrotische Beläge auf, seine nässende Oberfläche war in geringerem Ausmaß als unter den feucht gehaltenen Verbänden infiziert.

Die theoretische Überlegung, angefeuchtet die physiologische Konsistenz der abdeckenden Omentummembran zu erhalten, hat sich wegen der wachstumsfördernden Wirkung für Mikroorganismen als unbrauchbar erwiesen.
Unter dem trockenen Verband ist das Omentum zwar elastisch geblieben, nicht verdunstetes Wundexsudat hat aber auch hier Bakterienwachstum ermöglicht und war offensichtlich auch für die starke Verklebung des Omentum mit dem Verband verantwortlich.

In neuen Versuchen sollte nun geklärt werden, ob die frühest möglich trocknende Omentumauflage die Ausbreitung der Infektion und ihre Folgen verhindern und so eine abgrenzende Barriere darstellen kann.

Material und Methodik:

Um ein Antrocknen der Omentummembran auf der Wundfläche zu erreichen, wurde in einer neuen Versuchsreihe die offene Behandlung durchgeführt.
Zum Schutz der Wunde wurden allseitig offene Drahtkäfige aus nicht rostendem Stahldraht konstruiert und in der Umgebung der Wunde befestigt.

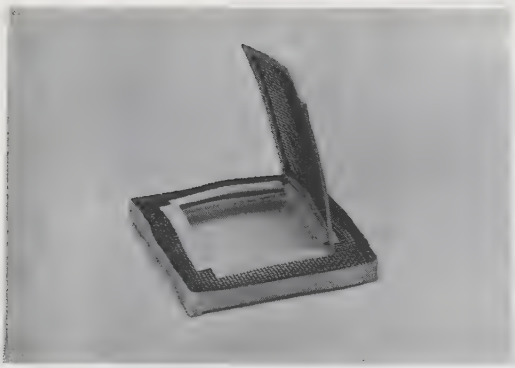

Abb. 39 Drahtkäfig zum Schutz der Verbrennungswunde

Durch eine eingebaute Klappe oder durch Anheben der Käfige selbst konnten Veränderungen im Wundbereich jederzeit beobachtet werden.
16 Kaninchen wurden beidseits an der Flanke verbrannt, wo die Befestigung der Käfige leichter möglich war. Verschiebungen der Drahtkäfige konnten durch elastische Binden und Leukoplaststreifen vermieden werden .
Je eine Wunde wurde in der beschriebenen Weise nach Blutstillung mit einer Omentumauflage abgedeckt, die andere Wunde wurde zum Vergleich des Heilverlaufs unbedeckt gelassen.

Ergebnis:

Innerhalb weniger Stunden nach Auflage wurde die Oberfläche der Membran trocken. Die unbedeckte Wunde war durch abgesondertes Wundsekret in dieser Zeit noch feucht.
Die Wunden wurden täglich kontrolliert und ihre Veränderungen fotographisch dokumentiert.

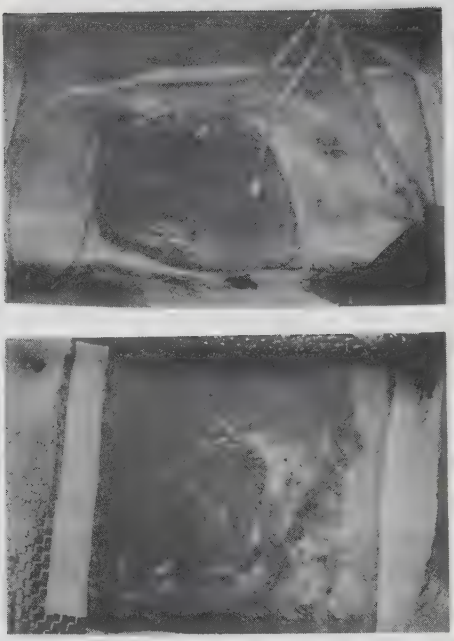

Abb. 40 a) u. b) Aufbringen von Schweineomentum auf eine drittgradige Verbrennungswunde nach Nekrosenabtragung, b) 2 Tage nach Aufbringen.

Die am 2. Tag trockene und starre Auflage war durchsichtig und deckte die Wunde vollständig ab. Sie bildete in den folgenden Tagen eine harte, unverschiebliche Platte, die mit dem Wundgrund fest verbacken war. Ab dem 14. Tag wurde sie bucklig und undurchsichtig. Ab dem 25. Tag hob sich ihr Rand über einer von gesunder Haut auf die Wundmitte zuwachsenden neugebildeten Epithelschicht auf.

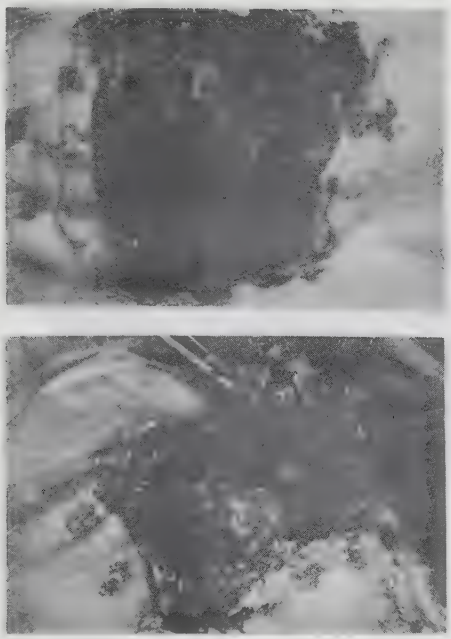

Abb. 40 c) u. d) c) Omentumauflage 8 Tage nach Aufbringen,
d) operative Entfernung der Omentumplatte am 10. Tag

Bis zu diesem Zeipunkt waren nur 2 Wunden mit Staphylococcus aureus infiziert, wogegen bei den ungedeckten Wunden der leicht aufbrechbare Plasmaschorf noch in 12 Fällen Infektionen ermöglichte.
Am 35. Tag war die Auflage nur noch pfenniggroß mit dem Wundgrund verhaftet und fiel, während sich die Wunde weiter verkleinerte, als welliges, immer noch durchscheinendes starres Blatt ab. Bis auf einen kleinen punktförmigen Bereich war die Wunde am 40. bis 45. Tag vollständig verschlossen und später nur noch als kleine Narbe unter dem Fell palpabel.

Bei den ungedeckten Wunden bildete der getrocknete Plasmaschorf am 3. Tag eine körnige, leicht aufbrechbare Oberfläche. In der Mitte der Wund war er nur sehr dünn und fiel teilweise ab, sodaß nässende infizierte Bereiche entstanden.

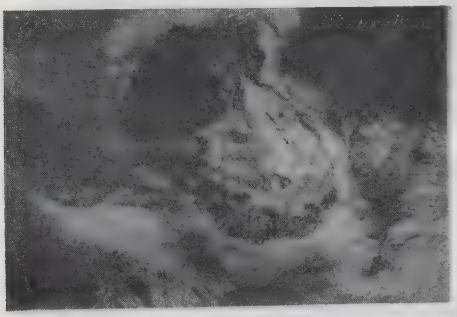

Abb. 41 Ungedeckte Wunde am 30. Tag nach Verbrennung.

Die ab dem 25. bis 30. Tag vom Rand her einsetzende Epithelisierung der Wunde wurde durch die Infektionen verzögert.

Die Versuche zeigen, daß die mit Drahtkäfigen gegen mechanische Einwirkung geschützten Wunden bei der offenen Behandlung oberflächlich trocknen und dadurch das Bakterienwachstum deutlich eingeschränkt wird. Die bei der Freiluftbehandlung zu einer festen homogenen Platte getrocknete Omentumauflage vermag die Wunde und ihre Ränder über längere Zeit dicht abzuschließen. Ihre glatte Oberfläche bricht im Gegensatz zu dem zerklüfteten Plasmaschorf der ungedeckten Wunden nicht auf.

Offene Behandlung vermindert also Bakterienwachstum auf der Wunde und die getrocknete Omentumauflage die Ausbreitung einer Superinfektion.

Die späte spontane Ablösung der Omentumauflage ließ eine Aussage über den Heilverlauf des Wundgrundes nicht mehr zu. An 8 Kaninchen sollten daher die frühen Veränderungen des Wundgrundes unter der Auflage beobachtet werden.

In der ersten Woche nach Deckung war in keinem Fall eine Ablösung ohne Verletzung des Wundgrundes möglich.
Erst zwischen dem 8. und 10. Tag ließ sich, von einer scharfen Inzision am Wundrand ausgehend, die starre und durchscheinende Omentumauflage stumpf unterminieren und in toto abheben.
Der Wundgrund wies feinste diffuse Blutungen auf und zeigte in seiner nahezu gesamten Ausdehnung ein gut durchblutetes Granulationsgewebe (s. Abb. 40 d)).
Die stumpfe Ablösung zu späteren Zeitpunkten war leichter möglich, wobei auch geringere Blutungen auftraten.
Da in unseren Untersuchungen keine autoplastische Deckung vorgenommen werden sollte, wurde die freiliegende Wundfläche durch eine erneute Omentumauflage geschützt.

Klinische Anwendung des heterologen Omentum majus:

Nach Nekrosenabtragung wurde bei zwei großflächig drittgradig verbrannten Patienten bis zur schrittweisen autoplastischen Deckung frei transplantiertes Schweineomentum als temporärer biologischer Verband zur Wundabdeckung mehrmals aufgelegt.

Patientin U. M., 37 Jahre alt, Aufnahme-Nr. 121154:

Die Patientin war 1973 am Oberkörper durch Flammeneinwirkung zu 15 % drittgradig und zu weiteren 20 % zweitgradig verbrannt.
10 Tage nach der Verbrennung wurde begonnen, die Nekrosen schrittweise abzutragen. Nach sorgfältiger Blutstillung wurde mit 3 Std. in Elektrolytgrundlösung gelagertem Schweineomentum ein Defekt vom Sternum bis zur rechten Axillarlinie und weiter durchgehend bis zum Beckenkamm gedeckt.

Abb. 42 a) Schweineomentum und Zustand nach Nekrosenentfernung bei Verbrennung im Thorax- und Abdominalbereich.

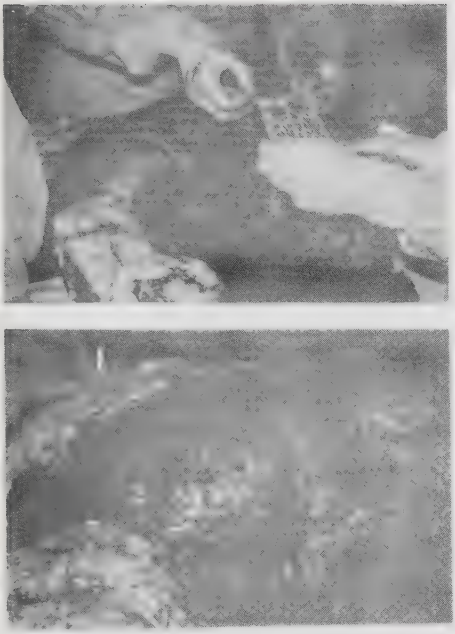

Abb. 42 b) u. c) Aufbringen von Schweineomentum auf die Verbrennungswunde.

Die Auflage trocknete aus und deckte den Wundgrund für 10 Tage dicht ab. Am 24. Tag nach Verbrennung wurden die angetrockneten Transplantatanteile, einschließlich einiger nekrotischer Bezirke darunter, abgetragen und erneut mit einer frischen Omentumauflage gedeckt.
Nach weiteren 10 Tagen konnte der gut granulierte Wundgrund nach scharfer Entfernung der trocken verklebten Omentumreste in mehreren Sitzungen mit autologer Spalthaut gedeckt werden.

Es war möglich, den weiteren Verlauf bei der Patientin über Monate zu kontrollieren. Keloide sind im gesamten Bereich nicht aufgetreten. Eine Überempfindlichkeitsreaktion gegenüber Schweineantigen war klinisch nicht nachweisbar.

Patient E.B., 32 Jahre alt, Aufnahme-Nr.: 121033:

Der Patient war 1974 am Oberkörper durch Flammeneinwirkung zu 35 % drittgradig verbrannt.
Wegen der tiefgreifenden Nekrosen mußte in mehreren Sitzungen Subkutangewebe teilweise mit darunterliegenden Muskelanteilen abgetragen werden. Die großflächig freiliegende Muskulatur der vorderen Thoraxwand wurde innerhalb 18 Tagen dreimal mit Schweineomentum abgedeckt. Die Transplantate verschorften und schützten in den folgenden Tagen den Wundgrund.
Im Bereich des rechten Unterbauches kam es zu einer Infektion unter der Auflage. Im Übrigen war die Omentummembran fest verklebt und nicht infiziert. Bei ihrem Wechsel ließ sie sich mit dem Skalpell ohne Schwierigkeiten abschaben. Das darunterliegende Granulationsgewebe war zufriedenstellend.

Die anfangs nur gering infizierten Wunden wurden ab dem 20. Tag zunehmend mit Bakterien besiedelt. Es kam zu einem generalisierten septischen Krankheitsprozeß, der durch verschiedene Antibiotika nicht aufgehalten werden konnte.
Zunehmende respiratorische Insuffizienz und eine Pneumonie führten am 29. Tag nach dem Verbrennungstrauma unter den Zeichen eines toxischen Hirnödems zum Tode des Patienten.

Technisch ergab sich eine bei beiden Patienten gleichmäßig auftretende Schwierigkeit. Nach Entfernung der Nekrosen war die

Blutstillung nicht vollständig, da die Eingriffe bei zunächst stark erniedrigtem Blutdruck erfolgten. Es traten im weiteren Verlauf Nachblutungen auf, die das Omentum an einigen Stellen vorwölbten, sodaß Stichinzisionen zur Entlastung der Hämatome notwendig wurden.

War der direkte Anlaß zur Behandlung von Verbrennungen mit Hilfe des Omentum-Transplantates die membranöse, flächenhafte Ausdehnung des Organs, so wurden die Experimente auch unter einem anderen Gesichtspunkt durchgeführt.
Die grundlegenden Arbeiten hatten auf die immunologische Aktivität dieses Organs hingewiesen. Sollte es möglich sein, das Omentum als biologischen Verband auf der Wunde vital zu erhalten, so wäre auch die Möglichkeit eines Infektionsschutzes infolge seiner immunologischen Aktivität gegeben.
Aus diesem Grunde wurden einige immunologische Voruntersuchungen durchgeführt.

Es ist nachgewiesen, daß das Omentum zur spezifischen Antikörper-Bildung gegen Bakterien befähigt ist.
Wir gingen von der Überlegung aus, die mechanischen Eigenschaften des Omentum bei seiner Verwendung als biologischen Verband mit seinen immunologischen Eigenschaften zu kombinieren.
Hierzu war notwendig zu prüfen, ob das Omentum Antikörper gegen die häufigsten Wundkeime (Escharichia coli, Pseudomonas

aeruginosa, Proteus vulgaris und Staphylococcus aureus) bilden kann. Die Orte der Antikörperbildung sind, wie im Kapitel Immunologie beschrieben, die milky-spots, die auf Antigen-Reiz vermehrt auftreten.
Es sollte zunächst in Tierversuchen geklärt werden, ob nach intraperitonealer Immunisierung mit diesen Keimen milky-spots vermehrt zu finden sind.

Material und Methodik:

14 Stunden bebrütete Kulturen von E. coli, Ps. aeruginosa, Prot. vulgaris und Staph. aureus wurden dreimal in NaCl-Lösung gewaschen und die Keimzahl bestimmt.
Mit NaCl-Lösung wurden Suspensionen von 10^9 Keimen/ ml hergestellt, durch 3-minütiges Erhitzen in einem Wasserbad von 100° C inaktiviert und auf Sterilität kontrolliert.
Mit 0,2 ml jeder Keimsuspension wurden je 50 NMRI-(Naval Medical Research Institut)-Mäuse i.p. immunisiert und in wöchentlichen Abständen viermal geboostert. Danach wurden die Omenten entnommen, auf Deckgläsern getrocknet und nach PAPPENHEIM gefärbt. 50 Tiere blieben unbehandelt und dienten als Kontrollgruppe.

Ergebnis:

Im Vergleich zu den klaren und durchsichtigen Omenten der unbehandelten Kontrollgruppe fiel schon vor der Färbung bei den immunisierten Tieren eine milchige Trübung der Omenten auf. Bei allen Tieren zeigte sich, unabhängig von der applizierten Keimart, eine ausgeprägte Vermehrung der milky-spots, die als blau angefärbte Stippchen gleichmäßig über die Omentumoberfläche verteilt waren.

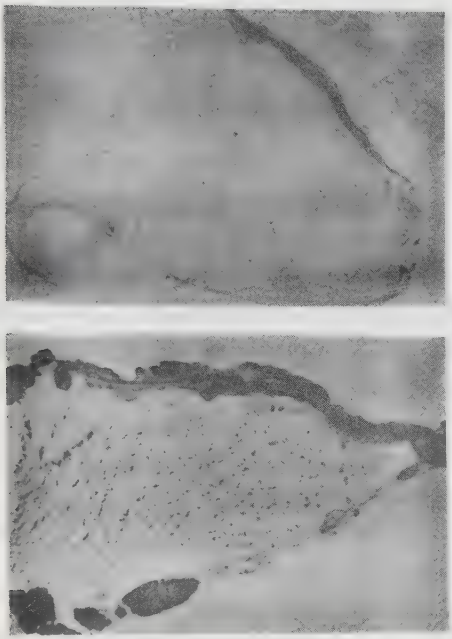

Abb. 43 a) u. b) Mäuseomentum, a) unbehandelt,
b) nach i.p. Immunisierung mit Bakterien-Antigen

Histologisch waren über unruhigem Mesothel mit zahlreichen Mitosen dicht beieinander liegende, konfluierende milky-spots zu erkennen. Demgegenüber wiesen die meisten Omenten der Kontrollgruppe nur vereinzelt milky-spots und ein ruhiges Mesothel auf.
Eine relativ geringe milky-spot-Zunahme bei einigen Kontrollomenten ist erfahrungsgemäß auf eine Infektion während der Tierhaltung zurückzuführen.

Der Nachweis von immunkompetenten Omentumzellen gebildeter spezifischer Antikörper sollte mit einer von JERNE et al. (1963) beschriebenen und von CUNNINGHAM (1965) modifizierten Antibody-Plaque-Technik erbracht werden.

Material und Methodik:

26 Mäuse wurden mit 0,25 ml einer 20 %igen Suspension von Hammelerythrozyten i.p. sensibilisiert und nach 11 Tagen mit derselben Dosis geboostert.
Die Omenten wurden entnommen, weitgehend von Fett befreit und in einem Basalmedium nach EAGLE gelagert. Eine Hälfte der Omenten wurde homogenisiert, die andere trypsiniert.
Zur Kontrolle dienten homogenisierte Milzzellen.
Diese 3 Zellsuspensionen wurden auf je 3 Aggarplatten, die dieselben Hammelerythrozyten und einen Dextrosezusatz enthielten, 90 Minuten bei 37° C inkubiert (homogenisierte Milzzellen: 0,1 ml, homogenisierte Omentumzellen: 0,2 ml, trypsinierte Omentumzellen: 0,4 ml Susp. / Platte).
Nach Komplementzusatz (Meerschweinchen-Komplement) wurden die Platten für 1 Std. bei 4°C gelagert und danach für 12 bis 16 Std. erneut inkubiert.
Nach Benzidinfärbung erfolgte die Auszählung der Plaques.
Dasselbe Verfahren wurde an 24 Mäusen nach i.p. Immunisierung mit E.coli 2380 und dreimaliger Boosterung durchgeführt (0,25 ml bei einer Keimkonzentration von 10^{9} / ml).

Ergebnis:

Nach Immunisierung mit Hammelerythrozyten ergab sich für die trypsinierten Omentumzellen eine Plaquezahl von 34/ 1 Mio Organzellen, für die homogenisierten Milzzellen eine von 430/1 Mio Organzellen.

Im Falle der Immunisierung mit E. coli ergaben sich für die trypsinierten Omentumzellen 35 Plaques/ 1 Mio Organzellen im Vergleich zu 87 Plaques bei den homogenisierten Milzzellen. In beiden Versuchen war bei den homogenisierten Omentumzellen über eine Lyse keine Aussage möglich. Die Plaques waren zwar durch Plaquevorstufen aufgehellt, eindeutig begrenzte Plaques waren aber nicht nachweisbar.
Die Ursachen dafür könnten in einer Schädigung der Omentumzellen durch das Homogenisieren liegen, denn in einer Vitalfärbung wurden 8 Stunden nach Präparation zahlreiche tote Omentumzellen vorgefunden. Auch fehlerhaftes Komplement oder Millieuveränderungen durch zerfallene Fettzellen könnten eine Rolle spielen.

LITERATURVERZEICHNIS:

BARCLAY, A.E.: Microarteriography.
Brit. J. Radiol. 20 (1947) 394

BARTELHEIMER, H., H. HARDERS: Mikroangiologie als klinische Arbeitsrichtung.
Dtsch. med. Wschr. 92 (1967) 631

BELLMAN, S., A. ENGSTRÖM: Microangiography.
Acta radiol. (Stockh.) 38 (1952) 98

BIRCH, J., D.-I. BRANEMARK, J. LUNDSKOG: The vascularzation of a free full thickness skin graft. II. A microangiographic study.
Scand. J. plast. reconstr. Surg. 3 (1969) 11

BOHATYRTSCHUK, F.: Die Fragen der Mikroröntgenographie.
Fortschr. Röntgenstr. 65 (1942) 253

BOHATYRTSCHUK, F.: Über die Ergebnisse der Mikroröntgenographie.
Acta radiol. 25 (1944) 351

CUNNINGHAM, A.J.: A method of increased snesitivity for detected single antibody-forming cells.
Nature 207 (1965) 1106

DOBBERSTEIN, J., T. KOCH: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Band II: Eingeweidelehre
Hirzel Verlag, Leipzig 1954

Band III: Gefäßlehre, Nervensystem, Sinnesorgane, Haut.
Hirzel Verlag, Leipzig 1958

ELLENBERGER, W., H. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Springer-Verlag Berlin 1974

FLEISCHER, F.: Die Mikroangiographie.

Inaug. Diss., Berlin 1974, im Druck

HERZOG, W.: Zur Mikroangiographie.

Fortschr. Röntgenstr. 86 (1957) 124

HOMMERICH, U.W., A. SCHÖNFELD, J. FLEMMING: Der Wert der Mikroangiographie bei Transplantationen an Ohr und Trachea im Tierexperiment.

Chir. Plast. Reconstr. 7 (1970) 117

JERNE, N.K., A.A. NORDIN, C. HENRY: The agar plaque technique for recognizing antibody-producing cells.

In: Cell-bound antibodies, p. 109
Wistar Inst. Press, Philadelphia 1963

JOHN, S.: Die Enteroanastomose.
Eine mikroangiographische Studie zur Anastomosenheilung.

Habilitationsschrift, Berlin 1974

KARPPINEN, V., H. MYLLÄRNIEMI: The vascular supply of healing wound. A angio- and histoangiographic study.

Acta path. microbiol. scand. 71 (1967) 59

KARPPINEN, V., H. MYLLÄRNIEMI: A simple method for angio- and histoangiography.

Ann. Med. exp. Fenn. 45 (1967) 94

KIRICUTA, I.: Le traitement des radionécroses des plis de flexion (axillaires, inguinaux, cervicaux) à l'aide grand epiploon greffé avec des lambeaux libres dermo-épidermiques.

Ann. Chir. Plast. 18 (1973) 65

LINDNER, J., P. HUBER: Biochemische und morphologische Grundlagen der Wundheilung und ihrer Beeinflussung.

Med. Welt 24 (1973) 897

METYS, R., K. BURIANEK, D. URBANOVA: The technic of microangiography.

Cs. Fysiol. 18 (1970) 435

MIEKOS, E., J. LENKO: Microangiography. Methods of investigations, causes of errors.

Pol. Przegl. Chir. 45 (1973) 813

MYERS, B. M., C. CHERRY: Rate of revascularization in primary and disrupted wounds.

Surg. Gynecol. Obstet. 132 (1971) 1005

MYLLÄRNIEMI, H., V. KARPPINEN: Vascular pattern of peritoneal adhesions.

Brit. J. Surg. 55 (1968) 605

NYLANDER, G., S. OLERUD: A simple microangiographic procedure for study of the vascular pattern in the alimentary canal.

Acta Soc. Med. upsalien 65 (1960) 374

RATNER, J.A.: Sur quelques propriétés de l'épiploon qui sont de valeur pour le traitement des brulures. (Comm. prélim.)

Chirurgija 12 (1940) 23

RUBIN, P., G.W. CASARETT, S. KUROHARA, M. FUJII: Microangiography as a technique radiation effect versus artefact.

Amer. J. Roentgenol. 92 (1964) 378

SCHÖNFELD, A.: Neue Röntgenfeinstrukturröhre für Mikroangiographie-Untersuchungen.

Acta medico-technica 3 (1968) 94

Diskussion:

Das große Netz hat wegen seines Gefäßreichtums die Fähigkeit, früh Verbindungen zum entsprechenden Wundgrund herzustellen, und es wird deshalb als Matrix verwendet.
Die klinischen Berichte über Omentum-Transpositionen haben immer wieder die Frage nach einer Durchtrennung des gefäßführenden Omentumstiels aufgeworfen. Dieser zweite Eingriff ist häufig erforderlich, um einer Hernienbildung im Bereich der Durchtrittsstelle des Omentum - je nach Transpositionsziel im Bereich des Oberbauches oder der Inguinalregion - vorzubeugen oder um durch Zug am Omentumstiel hervorgerufene Magenbeschwerden und Magenatonien zu beheben. In der Literatur liegen allerdings keine exakten Angaben über den Zeitpunkt einer frühen Gefäßverbindung zwischen einem Wundgrund und dem aus der Bauchhöhle heraus transponierten Omentum vor. Als einzige haben MYLLÄRNIEMI und KARPPINEN (1968) früheste Vaskularisationszeitpunkte bei intraperitonealen Netzadhäsionen untersucht. Sie konnten Kapillaren im adhärenten Omentum bereits 6 Stunden nach dem Trauma angiographisch nachweisen, die innerhalb von 24 Stunden ein kleines umschriebenes Kapillarnetz in einem Serosadefekt bildeten.
Da uns in erster Linie die Frage nach Gefäßverbindungen zwischen einem extraperitoneal transponierten Omentum und Wundgrund interessierte, sollten die tierexperimentellen Untersuchungen den Zeitraum der Entstehung von funktionellen Gefäßanschlüssen eingrenzen.
Durch die flächige Ausfüllung des Wunddefektes mit dem Transponat wurde eine gleichmäßige Verteilung der feinsten Gefäßaufzweigungen des Omentum und ihre enge topographische Beziehung

mit dem Wundbett erreicht. Unsere Untersuchungen zeigen, daß der Übertritt von nur über Gefäße des Omentumstieles zugeführter Tusche in das Wundgebiet am 6. Tag möglich ist. Die schnelle Passage kann nur über präformierte Wege erfolgt sein. Bis zum 6. Tag müssen sich also Gefäßverbindungen ausgebildet haben. Mit den Mikroangiographien vom selben Tag, deutlicher noch vom 1o. Tag, konnten diese neuen Gefäßverbindungen direkt nachgewiesen werden.
Die Blutgefäßregeneration entsteht aus präexistierenden dilatierten Gefäßen beider Kontaktgewebe durch Sprossung, Zellteilung, Anastomosierung und schließlich Kanalisierung. Hierbei ist ein Zusammenwirken von Endothelzellen und Perizyten zur Basalmembranbildung notwendig (LINDNER und HUBER 1973). Diese Vorgänge führen schließlich zur Überwindung der Ischämie mit ihren Auswirkungen auf den lokalen Zellstoffwechsel als adäquaten Proliferationsreiz.

Die Omentum-Transposition beim Menschen erfolgt häufig in ein Gebiet, das durch vorangegangene Bestrahlung radiodystrophes Gewebe, ggf. mit freiliegenden geschädigten Knochenanteilen aufweist. Schon deshalb lassen sich tierexperimentell gewonnene Ergebnisse nicht direkt auf den Menschen übertragen. Außerdem ist zu vermuten, daß das menschliche Netz wegen seines größeren Fettgehaltes eine Vaskularisierung v erzögert. Die angiographischen Untersuchungen bei dem Patienten L. zeigen, daß nach 6 Wochen ein massiver Abstrom des Kontrastmittels von den epiploischen Gefäßen in das Venensystem des Armes besteht. Es ist also mit Sicherheit anzunehmen, daß selbst bei schwerster Wundschädigung bereits nach 4 Wochen eine so intensive Verbindung der Gefäße zwischen Wundgrund und Omentum

besteht, daß eine Stieldurchtrennung zu diesem Zeitpunkt gefahrlos durchgeführt werden kann. Offensichtlich hat die durch starke Fibrosierung eintretende Schrumpfung keinen Einfluß auf die Durchblutung.

Sowohl in unseren Tierexperimenten, als auch in der Klinik bei zur gleichen Zeit vorgenommenen Eingriffen, ist nach Transposition niemals eine Peritonitis aufgetreten. Die beschriebenen Fähigkeiten zur Infektabwehr könnten hierfür verantwortlich sein. Histologische Untersuchungen Monate nach Transposition zeigen allerdings, daß diese spezifischen Strukturen mit der Fibrosierung zugrunde gehen, so daß das Omentum auf die Dauer diese immunologische Eigenschaft verliert. Somit ist die vollständige Transposition allen Omentalgewebes sicherlich nicht empfehlenswert, da dabei die biologische Funktion auch intraabdominell verloren geht. Damit erscheinen Versuche, eine extreme chirurgische Verlängerung des Gefäßstiels zu erreichen, fragwürdig.

Experimentell war es ohne weiteres möglich, das Omentum unter Mitnahme der gesamten gastroepiploischen Gefäßarkade zu mobilisieren, ohne die Durchblutung zu zerstören. Allerdings besteht dann der Gefäßstiel nur aus wenigen Gefäßen, die Torsionsgefahr beim Durchtritt durch die Abdominalwand oder beim Herausleiten durch längere Gewebstunnel ist außerordentlich groß. Darüber hinaus ist kaum anzunehmen, daß bei einem dann wahrscheinlich mangeldurchbluteten Omentumgewebe ein vergleichbar gutes Einheilen in einen vorgeschädigten Wundgrund zu erwarten ist. Dies ist jedoch für die spätere Spalthautlappendeckung unbedingt erforderlich.

Der von KIRICUTA (1973) angegebene Operationsvorschlag, zur weiteren Mobilisierung einen Muskularisstreifen

aus der großen Kurvatur des Magens freizupräparieren, erscheint daher nicht sinnvoll. Technisch läßt er sich im Tierexperiment realisieren, er bringt jedoch keine reale Verlängerung des Gefäßstiels, da die einfache Skelettierung entlang der gastroepiploischen Arkade beim Menschen ebensogut möglich ist. Dieses Vorgehen stellt darüber hinaus einen unvergleichlich großen Eingriff dar.

Wie elektronenmikroskopische Untersuchungen gezeigt haben, weisen die Kapillaren im Bereich der milky-spots Fenestrierungen auf, die offensichtlich für die intraabdominelle Resorption von großer Bedeutung sind. Diese spezifische Struktur spielt möglicherweise bei der operativen Behandlung des Lymphödems durch Omentum-Transposition eine Rolle, ist aber auch sicher für die Peritonealdialyse von Bedeutung. Aus diesem Grunde wäre die einer Omentektomie gleichkommende extreme Stielung ebenfalls abzulehnen. Das bedeutet, die Indikationen für die Omentum-Transposition auf solche Defekte zu begrenzen, die ohne größere Spannung bei breitem, mehrere epiploische Gefäße enthaltenden Omentumstiel erreichbar sind.

Die großen Fortschritte der Intensivmedizin haben durch adäquate Schocktherapie bei der Behandlung von Schwerstverbrannten die Frühmortalität erheblich senken können. In der lokalen Behandlung bestehen allerdings für die ausgedehnten Wundflächen nach Nekrosenabtragung nach wie vor größte Schwierigkeiten bei der Beschaffung von geeignetem Deckungsmaterial.
Über die chirurgische Behandlung liegen in der Literatur unterschiedliche Angaben vor. Die frühe Nekrosenabtragung erscheint unter dem Gesichtspunkt der Toxinbildung und -resorption nötig, ist aber nur bei Verbrennungen bis zu 15 % der Körperoberfläche ohne Komplikationen durchführbar. Bei ausgedehnteren Verbrennungen verbieten der hohe Blutverlust und der labile Kreislaufzustand des Patienten dieses Verfahren. Die Spätexzision dagegen wird durch die zunehmende Infektion erschwert. Ausgeprägte Resistenzen der Erreger machen die antibiotische Therapie äußerst schwierig, die Entstehung einer Septikämie läßt sich oft nicht verhindern. Ein Kompromiß ist die schrittweise Nekrosenabtragung in mehreren Sitzungen mit gleichzeitiger autoplastischer oder temporärer Deckung mit heterologer Haut oder biologischen Membranen. Besonders bei großflächigen Verbrennungen wird die Verwendung von Fremdmaterial zunehmend propagiert. Die Erfahrungen mit synthetischem Hautersatz der jüngsten Zeit bedürfen noch der weiteren klinischen Prüfung.

In die Überlegungen zur Verwendung heterologer biologischer Membranen (fetale Kalbshaut, Amnion) ist bisher das zur flächigen Abdeckung prädestinierte Omentum als großflächige, einheitliche Membran bis heute nicht einbezogen worden. Lediglich RATNER berichtete 1940 unter dem Gesichtspunkt

der Abwehreigenschaften des Omentum in der Abdominalpathologie über seine Anwendung bei Verbrennungen. Die Eigenschaften des Netzes im Sinne der Wirkungsweise auf Infektionen behalte es nach der freien Transplantation in hohem Maße bei, und sie seien unbedingt nützlich für die Behandlung von Verbrennungen. RATNER verwendete tierisches Netz (ohne Angabe der Spezies) nach Konservierung vor allem bei ambulanten Kranken mit kleinen und einfachen Verbrennungen, indem er es unter einem Vaselineverband auf die Oberfläche der Verbrennung auflegte. Angaben über Nekrosenabtragung bei schweren Verbrennungen macht RATNER nicht, berichtet aber über Schmerzlinderung, nicht aufgetretene Toxämie, geringe Exsudation, begrenzte Infektion und über die allgemein "wohltuende Wirkung" des Omentum bei Verbrennungen. Die Verbände wurden alle 3 bis 4 Tage gewechselt. Genaue klinische Angaben fehlen in der Arbeit.

Die Angaben RATNERs über die Verwendung des Omentum unter einem offensichtlich feuchten Verband können wir nach unseren tierexperimentellen Untersuchungen nicht bestätigen. Die dünne Membran wird unter feuchtgehaltenen Verbänden durch schon bestehendes oder nach Auflage eintretendes Bakterienwachstum zerstört. Nach unserer Feststellung bildet jeglicher Verband über der Auflage eine feuchte Kammer, die Bakterienwachstum fördert. Aus unseren tierexperimentellen Untersuchungen geht hervor, daß - ohne zusätzliche Anwendung von Antibiotika - die direkt auf der Wunde austrocknende Omentummembran die Entstehung eines für Mikrobenwachstum günstigen Milieus verhindert. Als glatte, trockene Auflage wahrt sie die Kontinuität der Oberfläche und stellt so eine wirkungsvolle Barriere zwischen Wundgrund und Umwelt dar. Darüber hinaus erlaubt die Durchsichtigkeit der Membran

besonders in den ersten Stunden und Tagen die rechtzeitige Beobachtung von etwaig auftretenden Blutungen, die die Membran abheben würden.
Nach unseren Beobachtungen verklebt die Omentumauflage anfangs mit dem Wundgrund, ein Anwachsen dagegen haben wir in keinem Fall gesehen. Nach etwa 10 Tagen war es möglich, die Auflage durch vorsichtiges, stumpfes Unterminieren in toto oder in großen Stücken vom Wundgrund abzuheben. Das darunterliegende gut vaskularisierte Granulationsgewebe blutete nur wenig. Ab dem 10. bis 15. Tag müßte nach unserer Meinung die autoplastische Deckung mit Spalthaut erfolgreich sein. Die Vorbedingungen dafür sind mit der fehlenden Infektion und dem guten Granulationsgewebe erfüllt.
Von den schon beschriebenen biologischen Materialien läßt sich die Omentummembran nur mit Amnion vergleichen. Eihaut scheint uns bei der offenen Behandlung allerdings weniger geeignet, da es infolge seiner dichteren und gegenüber dem Omentum geradezu massiven Gewebstextur nur schwer zum Austrocknen zu bringen sein dürfte.
Bei der klinischen Anwendung ist hervorzuheben, daß sorgfältigste Blutstillung unabdingbare Voraussetzung ist, um eine dichte Abdeckung der Wunde mit der zarten Omentummembran zu ermöglichen. Bei auftretenden submembranösen Hämatomen ist daher eine Revision mit erneuter Deckung unbedingt notwendig. Über Gelenken wurde die Omentumauflage wegen ihrer Starrheit nach der Austrocknung nicht aufgelegt. Aus den bisherigen Erfahrungen kann aber gesagt werden, daß mit der Omentummembran eine effektive temporäre Deckung großflächiger Hautdefekte erreicht werden kann. Das sich darunter entwickelnde Granulationsgewebe ist für die weitere autoplastische Deckung gut geeignet, wenn das Transplantat nicht zu früh entfernt wird,

d.h. nicht vor dem 10. bis 15. Tag.
Die Möglichkeit einer Sensibilisierung des Patienten durch das heterologe Omentum halten wir für gering, da seine Antigenität früh durch den Austrocknungsprozeß verlorengeht. Weitere klinische Anwendung ist allerdings notwendig, um gesicherte Aussagen machen zu können.

RATNER transplantierte freies Omentum vom Tier in vereitertes Knochenlumen bei Osteomyelitis und auf infizierte Ulcera. In vielen Fällen sei danach die Anzahl der Mikrobenkolonien wesentlich zurückgegangen. Durch die neuesten Erkenntnisse über die Eigenschaft des Omentum zur spezifischen Antikörperbildung in vivo könnte eine solche Beobachtung bei einem gestielt transponierten, autologen Omentum grundsätzlich bestätigt werden. Die Annahme allerdings, daß sich diese Eigenschaft bei einem freien Omentumtransplantat bei seiner äußeren Auflage in der beschriebenen Weise ausnutzen läßt, erscheint uns unberechtigt. Zwar ist nach unseren Beobachtungen nach intraperitonealer Immunisierung mit Bakterienantigen eine Lyse lebender Bakterien durch aus dem Zellverband gelöste, spezifische Antikörper produzierende einzelne Omentumzellen möglich. Aus dieser in vitro gewonnenen Einzelbeobachtung kann aber nach unseren experimentellen Erfahrungen kein therapeutischer Nutzen abgeleitet werden.
Zu immunologischen Studien, besonders über die Quantität der spezifischen Antikörperbildung gegen Bakterien durch Omentumzellen, sei an dieser Stelle angeregt.

Zusammenfassung:

Eine Übersicht über den heutigen Wissensstand der Entwicklungsgeschichte, Anatomie, Physiologie und Immunologie des Omentum majus wird gegeben.
Die Arbeit beschreibt außerdem die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten des großen Netzes in der Chirurgie und schildert Pathophysiologie und bisherige Lokaltherapie drittgradiger Verbrennungen.
Die experimentellen Untersuchungen an Kaninchen zur Bestimmung des Vaskularisationszeitpunktes bei Transposition auf einen Weichteildefekt ergeben früheste, mikroangiographisch darstellbare Gefäßverbindungen für den 6. postoperativen Tag. Beim Patienten zeigen sich angiographisch trotz Schrumpfung des Transponats über Wochen regelrecht weite epiploische Gefäße und einen nachgewiesenen Anschluß an Armvenen 6 Wochen nach Transposition auf einen Defekt am Oberarm.
Als temporärer biologischer Verband vermag das Omentum majus tierexperimentell und klinisch die Verbrennungswunde vor Superinfektion zu schützen und die Bildung eines deckungsfähigen Granulationsgewebes zu erleichtern, ohne allerdings die eigene immunologische Abwehrfunktion beibehalten zu können.

In immunologischen Experimenten weist das Mäuseomentum nach i.p. Immunisierung mit Bakterienantigen eine milky-spot-Vermehrung auf. Die Bildung spezifischer Antikörper konnte in Vorversuchen nachgewiesen werden.
Die Ergebnisse werden anhand der Literatur diskutiert und geben zu weiteren Untersuchungen Anregung.

In einem beigefügten Farbfilm wurden die neuen Erkenntnisse über das Omentum erläutert und die Versuche dargestellt.

Herrn Prof. Dr. E. Vaubel danken wir für die Überlassung des Themas und für seine Ratschläge bei der Anfertigung dieser Arbeit.
Die hervorragenden Einrichtungen des Klinikum Steglitz ermöglichten, die Versuche technisch optimal auszustatten. Unser besonderer Dank gilt daher den Mitarbeitern der Graphischen Abteilung (Leiter Herr Trost), der Film- und Fotoabteilung (Leiter Herr Weidemann), der Technischen Abteilung (Leiter Herr Schwarz), des Chirurgischen Forschungslabors und Frau Dr. Langmaack vom Hygiene-Institut.

Ein Teil der Versuche wurde von uns im Robert-Koch-Institut, Berlin, durchgeführt, bei dessen Mitarbeitern wir uns für ihre Hilfe herzlich bedanken.
Für die persönliche Mitwirkung bei der Erstellung des Fortbildungsfilmes danken wir Frau Prof. E. Lesky (Institut für Geschichte der Medizin, Wien), Frau Dr. D. Liebermann-Meffert (Chirurgische Universitätsklinik, Basel), Herrn Priv. Doz. Dr. Ch. Hodel (Sandoz AG., Toxikologie, Basel) und Herrn Prof. Dr. H. Fischer (Max-Planck-Institut für Immunbiologie, Freiburg). Für Kameraführung und fachlichen Rat gilt unser besonderer Dank Herrn Grieneisen (Film- und Fotoabteilung).

Lebenslauf

Am 23.5.1946 wurde ich, Hans-Joachim Dittler, als Sohn des Facharztes für Chirurgie Dr. Helmut Dittler und seiner Ehefrau Irene, geb. Wagner, in Celle geboren. Ich habe einen zwei Jahre jüngeren Bruder.

Meine Schulzeit habe ich 1966 mit dem Abitur in Kempten/Allgäu beendet.

Vom Oktober 1966 bis September 1968 leistete ich meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr als Gebirgsjäger (Sanitätsausbildung, Reserveoffizierslaufbahn) ab.

Seit dem Wintersemester 1968/69 studierte ich Medizin an der Freien Universität Berlin und machte am 1.8.1974 das Staatsexamen. Nach einer 4-monatigen Ausbildung als Medizinalassistent im Forschungslabor der Chirurgischen Universitätsklinik im Klinikum Steglitz der Freien Universität beschäftigte ich mich mit der Fertigstellung der Dissertation und eines medizinischen Fortbildungsfilmes.

Lebenslauf

Am 20.4.1945 wurde ich, Horst-Michael Karsch, als Sohn des NDR-Musikabteilungsleiters Dr. Albert Karsch und seiner Ehefrau Katharina, geb. Claßen, in Wentorf/Hamburg geboren. Ich habe drei jüngere Geschwister. Seit 1968 bin ich verheiratet.

Meine Schulzeit habe ich 1966 mit dem Abitur in Stadthagen beendet.

Vom April 1966 bis März 1968 leistete ich meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr (Sanitätsausbildung, Reserveoffizierslaufbahn) ab.

Seit dem Sommersemester 1968 studierte ich Medizin an der Freien Universität Berlin und machte am 1.8.1974 das Staatsexamen. Nach einer 4-monatigen Ausbildung als Medizinalassistent im Forschungslabor der Chirurgischen Universitätsklinik im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin beschäftigte ich mich mit der Fertigstellung meiner Dissertation und eines medizinischen Fortbildungsfilmes.

B. Ladewig - Dissertationsdruck - 1 Berlin 12 - Pestalozzistraße 106
Tel.: 3128885 - 3138198